



00361
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

8
Zej

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

LA REFORESTACION EN LA MONTAÑA DE GUERRERO: UNA
ESTRATEGIA ALTERNATIVA CON LEGUMINOSAS
NATIVAS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRIA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P R E S E N T A:

MARIA VIRGINIA CERVANTES GUTIERREZ

Directora de Tesis:

FACULTAD DE CIENCIAS

M. EN C. JULIA CARABIAS LILLO

México, D. F.

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la memoria de mi abuela

A mis padres, hermanos y sobrinos

" La Pobreza es la Madre de la Ciencia "

sic Don Guadalupe Chávez León.

Agradecimientos

A la M. en C. Julia Carabias le agradezco profundamente su invitación a conocer y a participar de las investigaciones que el PAIR ha venido realizando durante más de una década en ese "maravilloso y complicado mundo de La Montaña de Guerrero". Este hecho trascendental, ha sido de crucial importancia en mi desarrollo profesional. Asimismo, le agradezco el apoyo incondicional a todas las inquietudes que se me ocurren y sus cálidos "apapachos".

Al Dr. Jorge Meave del Castillo le agradezco todo el tiempo y esfuerzo dedicado a la revisión de esta tesis. La codirección que dio a esta investigación y sus invaluable sugerencias permitieron enriquecerla y mejorarla sustancialmente. También, le agradezco el interés y apoyo que ha mostrado en mi desarrollo académico, siempre acompañada del rigor y buen humor que lo caracterizan; sin lugar a dudas gran parte de esta formación es debida a él.

Al Dr. Carlos Vázquez Yanes, le doy las gracias por invitarme a conocer el apasionante mundo de la semillas. Asimismo, le agradezco la gran disposición para entender los problemas que enfrentan los programas de reforestación en nuestro país, y su compromiso para colaborar en el mejoramiento de dicha actividad.

A la Dra. Alma Orozco Segovia, le doy las gracias por el tiempo dedicado a la revisión de esta tesis, ya que sus comentarios y observaciones ayudaron a mejorarla.

A la M. en C. Irene Pysanti Baruch, le agradezco el esfuerzo y tiempo dedicado en la revisión de la presente investigación, sus acertadas sugerencias y observaciones fueron de gran utilidad. También le doy las infinitas gracias por el apoyo e interés que siempre a manifestado para mi desarrollo profesional, su amistad confianza y cariño han sido invaluable.

A la M. en C. Ma. Esther Sánchez Coronado le doy las gracias por el gran interés y disposición para revisar esta tesis. Las discusiones y recomendaciones que se desprendieron ayudaron a mejorar sustancialmente el capítulo de análisis de crecimiento.

Al Dr. Gerardo Segura Warnholtz, se le agradece el tiempo invertido en la revisión de esta investigación.

A la Biól. Hilda Karina Pérez Reyna, le doy las gracias por su colaboración en la elaboración del mapa de La Montaña, además de su paciencia y buen humor para todas mis tonterías.

Al Biól. Vicente Arriaga Martínez agradezco profundamente todo el tiempo y esfuerzo dedicado, tanto en campo como en gabinete, a la realización de esta investigación. Las discusiones en donde existieron acuerdos y desacuerdos permitieron consolidar esta tesis, la cual es el resultado de la necesidad y un esfuerzo

compartido. Le doy las gracias por los agradables momentos vividos en "La Montaña", y por que no también los desagradables, la convivencia cotidiana permitió consolidar el cariño, la amistad y el compromiso que tenemos para con las comunidades indígenas.

A la Antrop. Yolanda Hernández Franco, le agradezco su gran disposición para colaborar conmigo en el diseño y elaboración de las entrevistas aplicadas, sin duda esto permitió enriquecer sustancialmente el segundo capítulo de esta tesis. También le doy las gracias por su amistad y cariño incondicional para conmigo, los desvelos, paciencia y tolerancia mostrada en momentos tan difíciles de mi vida son aspectos que con nada podría pagar.

Al Biól. Gilberto Hernández Cárdenas, le doy las infinitas gracias por su amistad y cariño. Gracias a su fortaleza, solidaridad, apoyo, e interés por mi salud; gozo de una "maravillosa oreja y una boca completa" con la que puedo decir todas las incoherencias que siempre son escuchadas por él.

A el M. en C. Hans Vanderwalls, le agradezco su compañía y enriquecedoras pláticas que tuvimos cuando nos encontrábamos de ermitaños en La Montaña. También, le doy las gracias por las ricas comidas que preparaba en Alcozauca, las cuales evitaban que al regresar del cerro me pusiera a inventar "cualquier desastre".

A la Biól. Tere Arias, le agradezco su amistad y solidaridad, así como también los momentos agradables y desagradables que hemos compartido.

A Norma Salazar, le doy las gracias por tratar de entender y mantener al día mi complicada vida, además de la disposición que siempre tiene para entender mis garabatos.

A todos mis cuates del PAIR: Mara Alfaro, Rosaura Cadena, Miguel Mijangos, Lydia Martínez, Rafael Obregón, Gerardo Guzmán, Araceli Vargas, Yup Verholtz, Andrés Zurita, Cristóbal Flores, Isabel Catarino, Camilo Alcantara. Todos y cada uno de ellos han contribuido con su apoyo, amistad y buen humor en mi desarrollo laboral.

A mis amigos de La Montaña: Ligo, Don Lupe, Aude, Gollo, María, Onorina, Enrique, Rufino, les doy las gracias por permitirme compartir con ellos su complicado mundo, a la vez de ayudarme a sentir que mi trabajo tiene sentido de ser, en un mundo de esa naturaleza.

INDICE DE CONTENIDOS.

	PÁG.
CAPITULO I. Introducción General.	1
CAPITULO II. La Problemática Socioambiental e Institucional de la Reforestación en la Región de La Montaña de Guerrero, México.	5
CAPITULO III. Seed Germination of Woody Legumes from Deciduous Tropical Forest of Southern Mexico.	46
CAPITULO IV. Crecimiento de Nueve Leguminosas Leñosas Nativas de la Región de La Montaña de Guerrero, México.	72
CAPITULO V. Discusión General	103

INDICE DE TABLAS.

v

	PÁG.
Tabla II.1. Programas de Desarrollo que realizaron acciones de reforestación.	7
Tabla II.2. Plantas utilizadas en la reforestación en los distintos programas de Desarrollo.	12
Tabla II.3. Problemas en los programas de reforestación	14
Tabla II.4. Comunidades donde se establecieron viveros por el programa COTEPER.	21
Tabla II.5. Superficies y tipo de reforestación en el periodo 1987-1989.	24
Tabla II.6. Número de plantas por especie utilizadas en la reforestación (1987-1992).	30
Tabla II.7. Especies nativas utilizadas en la reforestación.	32
Tabla III.1. Germinación de leguminosas, tratamientos aplicados.	50
Tabla III.2. Germinación de leguminosas, análisis de varianza.	52
Tabla III.3. Promedio y desviación estándar, capacidad (GC) y velocidad (VC) de germinación (<u>Acacia</u>).	53
Tabla III.4. Promedio y desviación estándar de los índices: DD, TL, t, y GUC (<u>Acacia</u>).	54
Tabla III.5. Promedio y desviación estándar, capacidad (GC) y velocidad (VC) de germinación (<u>Leucaena, Lysiloma</u>).	57
Tabla III.6. Promedio y desviación estándar de los índices: DD, TL, t, y GUC (<u>Leucaena, Lysiloma</u>).	58
Tabla IV.1. Características generales de las especies utilizadas en el análisis de crecimiento.	75
Tabla IV.2. Modelos de ajuste para la tasa relativa de crecimiento.	79
Tabla IV.3. Análisis de varianza, tasa relativa de crecimiento, producción de biomasa y longitud del tallo.	81

Tabla IV.4. Análisis de varianza para la regresión peso de las semillas-peso de las plántulas.	82
Tabla IV.5. Análisis de varianza, variables cociente raíz-vástago y cociente longitud raíz-peso seco raíz.	84
Tabla IV.6. Contrastes ortogonales, variables cociente raíz-vástago y cociente longitud raíz-peso seco raíz.	85
Tabla V.1. Fenología de las leguminosas estudiadas.	105
Tabla V.2. Características de los frutos y semillas de las especies de la vegetación primaria.	108
Tabla V.3. Características de los frutos y semillas de las especies de la vegetación secundaria.	110
Tabla V.4. Estudios de germinación, utilidad técnica	115
Tabla V.5. Estudios de crecimiento, utilidad técnica	121
INDICE DE FIGURAS.	
Figura II.1. Municipios de La Montaña de Guerrero	9
Figura II.2. Superficie reforestada por la SARH y la ONU, periodo 1987-1992.	26
Figura II.3. Comparación de la superficie deforestada y reforestada.	27
Figura II.4. Superficie deforestada y reforestada por municipio.	29
Figura II.5. Tipo de especies utilizadas en la reforestación, SARH (1987 y 1988).	31
Figura II.6. Especies utilizadas por la ONU en la reforestación.	33
Figura III.1. Optimos germinativos de las especies	60
Figura III.2. Porcentaje de germinación diaria	66
Figura IV.1. Análisis de crecimiento, proporción de estructuras a través del tiempo.	83
Figura IV.2. Promedio y desviación estándar cociente raíz-vástago.	86

vii

Figura IV.3. Promedio y desviación estándar cociente
longitud raíz-peso seco raíz.

88

Figura IV.4. Tasa relativa de crecimiento

89

CAPITULO I

INTRODUCCION GENERAL

I. INTRODUCCION GENERAL.

El desarrollo histórico de las sociedades humanas ha estado acompañado, entre otras cosas, por la transformación de la naturaleza. Así la incorporación de los recursos naturales en el desarrollo de los procesos productivos y de domesticación de especies animales y vegetales, ha dejado su huella tanto en las sociedades como en la naturaleza.

La remoción de la cubierta vegetal es una práctica asociada a la subsistencia y desarrollo de las sociedades desde la invención de la agricultura. Se estima que de los 6.2 mil millones de hectáreas de bosques cerrados y abiertos que cubrían al planeta se ha eliminado una tercera parte, es decir aproximadamente permanecen 4.1 mil millones de hectáreas (Matthews, 1983). De éstas, 2.828×10^9 ha son bosque cerrados y 1.324×10^9 ha son bosque abiertos (Postel y Heise, 1988). Del total de bosques cerrados el 25.4% corresponde a los boreales, el 21.2% a los templados y el 53.4% a los bosque tropicales (Anónimo, 1992).

Las áreas tropicales son las que actualmente sufren la mayor presión. Se estima que se talan anualmente entre 11 y 20.4 millones ha/año, mientras que sólo se reforestan 1.1 millones de ha/año en todo el mundo (Postel y Heise, 1988; Anónimo, 1991).

La participación de México en la deforestación mundial es alta. Aunque los datos son variables dependiendo de las fuentes consultadas, se estiman tasas anuales de deforestación de entre 1.56% (Maser et al., 1992) y 1.3% (Anónimo, 1992); ambos estudios destacan a los bosque tropicales por ser lo más afectados.

Las consecuencias de la deforestación en el país son severas, ya que no sólo implica la pérdida de un recurso potencialmente económico, sino que acarrea graves consecuencias al medio ambiente pues provoca la transformación de los ambientes naturales y consecuentemente la pérdida de hábitats y de biodiversidad, el patrimonio biológico del país. Asimismo, la pérdida de cobertura vegetal acelera la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica,

además de propiciar la disminución de la materia orgánica del suelo.

Se estima que el 97% de la superficie del territorio nacional está afectado en diferentes grados por algún proceso de degradación del suelo. De este porcentaje, aproximadamente el 60% presenta grados severo o muy severo de degradación. Los procesos que están influyendo con mayor importancia en el deterioro del suelo son: la erosión hídrica (con 85%), la erosión eólica (con 80%), y la disminución de la materia orgánica del suelo (con 80%). Aunque los porcentajes mencionados para cada proceso incluyen los diferentes grados de afectación (ligero, moderado y severo) hay que considerar que en algunas áreas del país varios de ellos están actuando simultáneamente (Estrada y Ortiz-Solorio, 1982; Anónimo, 1993; Ortiz et al., 1994).

Todos estos procesos provocan cambios micro y meso climáticos locales y pérdida de productividad de los suelos, lo que finalmente repercute en la crisis de las prácticas productivas de la población y en el extremo conduce a una degradación irreversible de los recursos naturales, la base material donde se sustentan los sistemas productivos. Esta situación se agrava por el hecho que sólo se reforesta aproximadamente un 5% de lo que se tala (Carabias y Arizpe, 1993), y en general los programas de reforestación tienen fuertes deficiencias, pues en el mejor de los casos la sobrevivencia de las plantas introducidas en estos programas no llega a ser mayor del 35% (Maser et al., 1992).

Considerando la creciente necesidad de recuperar la gran cantidad de tierras deforestadas que hoy en día muestra el país y el escaso éxito que los programas de reforestación han tenido, es indispensable tratar de contribuir a subsanar estas deficiencias a través de investigaciones que permitan conocer las causas que impiden el desarrollo exitoso de dichos programas, lo cual indicará el factor o factores que se tienen que modificar o readecuar, además de dirigir y priorizar las líneas de investigación en las que se debe profundizar para tratar de revertir las tendencias antes señaladas.

En este contexto, la presente tesis aporta una serie de elementos y herramientas para contribuir a un mejor desarrollo de los programas de reforestación. En particular, la investigación aborda en una primera fase el análisis histórico de los programas de reforestación que se han realizado en la región de La Montaña del estado de Guerrero. A partir del análisis realizado en este capítulo se pueden detectar varios factores que han impedido el buen desarrollo de los programas, entre los que se encuentra el escaso acervo de especies utilizadas en la reforestación.

Es por ello que el segundo capítulo aborda los aspectos germinativos de especies nativas útiles, para ser propagadas masivamente en vivero y formar bancos rústicos de germoplasma. Sin embargo, la producción masiva en vivero de las especies de interés no puede ser solamente abordada con los aspectos germinativos, ya que se deben conocer las características de crecimiento de las especies para poder lograr su manejo adecuado, tanto en condiciones de vivero, como en los sitios a reforestar. Como un seguimiento de esto, en el tercer capítulo de esta tesis se aborda el crecimiento de nueve especies de leguminosas leñosas.

Finalmente en la discusión general de los tres capítulos se hace una integración de diferentes aspectos de la biología de las especies seleccionadas, y se proponen estrategias de uso y manejo para que las especies puedan ser propagadas masivamente en vivero e introducidas a los programas de reforestación. Allí se destaca la utilidad e importancia de tomar y adecuar las herramientas que la ecología ha generado para entender los hábitos de vida de las especies vegetales, y su importancia para atender la rehabilitación de los ambientes deteriorados. Asimismo, el análisis conjunto de estos aspectos retoma la necesidad de tener objetivos claros para realizar con mayor éxito las acciones de reforestación, tomando en cuenta las necesidades y demandas que la población tiene de sus recursos naturales.

LITERATURA CITADA.

- Anónimo. 1991. Recursos Mundiales 1990-1991. Banco Mundial. Washington, 1991.
- Anónimo. 1992. Salvemos al Planeta. Problemas y Esperanzas. PNUMA. Nairobi, 1992
- Anónimo. 1993. Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México (PACD-MEXICO). FAO-CONAZA-SEDESO. México, D.F.
- Carabias, J. y L. Arizpe. 1993. El deterioro ambiental: cambios nacionales, cambios globales. pp. 43-59. En: Azuela, A., J. Carabias, E. Provencio y G. Quadri (Eds.). Desarrollo Sustentable. Hacia una Política Ambiental. UNAM. México, D.F.
- Estrada, B. y C. Ortiz-Solorio. 1982. Plano de erosión hídrica del suelo en México: su representación a escala 1:8 000 000, obtenida por la metodología FAO (1979). Revista de Geografía Agrícola. 3: 23-28. Texcoco, México.
- Masera, O., M. J. Ordoñez, and R. Dirzo. 1992. Carbon Emissions from Deforestation in Mexico: Current Situation and Long-term Scenarios. IN: W. Makundi and J. Sathaye (Eds.). Carbon Emission and Sequestration in Forest: Case Studies from Seven Developing Countries: Summary. Lawrence Berkeley Laboratory Report # LBL-32665, University of California, Berkeley, California, August 1992.
- Mattheus, E. 1983. Global vegetation and land use. Journal of Climate and Applied Meteorology. Vol. 22:474-487.
- Ortiz, de la M., M. Anaya y J.W. Estrada. 1994. Evaluación, Cartografía y Políticas Preventivas de la Degradación de la Tierra. CP-UACH-CONAZA. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México.
- Postel, S., L. Heise, 1988. Reforesting the Earth. Worldwatch. Paper 83.

CAPITULO II

**LA PROBLEMATICA SOCIOAMBIENTAL E INSTITUCIONAL DE
LA REFORESTACION EN LA REGION DE LA MONTAÑA,
GUERRERO MÉXICO.**

II. LA PROBLEMATICA SOCIOAMBIENTAL E INSTITUCIONAL DE LA REFORESTACION EN LA REGION DE LA MONTAÑA, GUERRERO MEXICO.

Virginia Cervantes, Vicente Arriaga y Julia Carabias.

RESUMEN.

En este estudio se analizan las causas que han impedido el funcionamiento exitoso de los programas de reforestación en la región de La Montaña, Guerrero, México. Para ello, se realizó una revisión de los distintos programas de desarrollo que han considerado entre sus actividades el establecimiento de plantaciones a través de programas de reforestación. Se concluye que el escaso éxito de estos programas se debe a las siguientes causas: (1) los objetivos de la reforestación no se han dirigidos a la restauración del ambiente, (2) el acervo de especies utilizado en la realización de los programas es reducido, (3) existen deficiencias técnicas en la elección de especies y sitios de plantación, (4) la superficie reforestada es pequeña, (5) los recursos económicos son insuficientes y sin continuidad, (6) falta de capacitación a técnicos y campesinos, y (7) la aceptación social es deficiente.

PALABRAS CLAVE: Bancos de germoplama, Deforestación, Especies exóticas, Especies nativas, Programa de desarrollo, Plantaciones, Reforestación.

INTRODUCCION.

En la actualidad uno de los problemas ambientales más graves en México es el de la deforestación. Distintas estimaciones indican que la superficie que se deforesta anualmente fluctúa entre 400 mil ha (SEDUE, 1983) y 800 mil ha (Maser et al., 1992), siendo este último valor equivalente a una tasa de deforestación anual de 1.56%. Las causas principales de deforestación han sido la ampliación de las fronteras agrícola y pecuaria, fundamentalmente esta última (Toledo et al., 1989; Maser et al., 1992).

La pérdida de las masas arboladas en México y sus consecuencias han sido durante décadas una preocupación de instituciones de investigación y gubernamentales. Estos problemas

se han tratado de contrarrestar con programas de reforestación en distintos estados del país, pero el éxito de estas experiencias ha sido muy escaso (Maserá et al., 1992; Carabias y Arizpe, 1993).

En la región de La Montaña en el estado de Guerrero, México, se han instrumentado varios programas de desarrollo que han incluido acciones de reforestación, dentro de sus múltiples líneas de acción, con la finalidad de revertir el deterioro ambiental y mejorar las condiciones de vida de la población. Estos programas fueron la Comisión del Río Balsas, el Programa Integral de la Montaña de Guerrero, la Comisión Técnica de Empleo Rural y el Programa de Producción y Distribución de Plantas (Tabla II.1; Barkin y King, 1970; Anónimo, 1972; 1974; 1978a; 1987a; 1987b; 1988; 1989; 1990; 1991; 1992a).

El deterioro ambiental ha sido atacado por medio de obras de conservación de suelo y agua, y con programas de reforestación. El énfasis de cada uno de estos programas ha sido distinto, según el programa de desarrollo al cual estuvo adscrito. En ocasiones estuvieron orientados a fomentar el desarrollo frutícola de la región, en otras a controlar la erosión de los suelos, y en otros más a disminuir las deficiencias de combustible y fomentar el desarrollo silvícola.

A pesar de la gran cantidad de programas de desarrollo que han contemplado a la desforestación, de manera directa o indirecta, es sorprendente que a la fecha no haya ninguna zona en La Montaña donde la reforestación muestre avances significativos.

Se podría pensar que la utilización de especies no aptas a las condiciones ambientales locales, así como la falta de participación y compromiso social, se encuentra entre las principales causas del fracaso de estas acciones. Sin embargo, esta situación no está bien documentada a nivel regional ni comunitario, por lo que es difícil discernir cual es el factor o factores más importantes.

En este estudio se hace un análisis de las posibles causas que han afectado el desarrollo de los programas de reforestación en una región del sur de México, considerando los objetivos y estrategias por los que han transitado. Se espera que esta revisión contribuya

Tabla II.1. Programas de Desarrollo que realizaron acciones de reforestación en La Montaña de Guerrero (Guerrero, México). Comisión del Río Balsas (CRB): Programa de Integrado de la Montaña de Guerrero (PIMG): Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados (COPLAMAR): Comisión Técnica de Empleo Rural (COTEPER): Programa de Inversión Pública para el Desarrollo Rural (PIDER): Programa de Producción y Distribución de Plantas (PRPDP): Secretaría de la Reforma Agraria (SRA): Fideicomiso Fondo Nacional de Fomento Ejidal (FIFONAFE) Programa Nacional de Solidaridad (PRONASOL): Organización de las Naciones Unidas (ONU): Instituto Nacional Indigenista (INI): Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG): Secretaría de Desarrollo Rural (SDR): Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

ADSCRIPCION DEL PROGRAMA		DURACION	FINANCIAMIENTO	DEPENDENCIA EJECUTORA	SEXENIO
FEDERAL	ESTATAL				
CRB	CRB	1970-1976	CRB, PIDER	INI, SAG	Luis Echeverría
COPLAMAR	PIMG	1977-1982	COPLAMAR, PIDER	INI, SARH	José López-Portillo
COTEPER	COTEPER	1981-1986	COPLAMAR, PIDER, SRA, FIFONAFE	SARH, SDR	José López-Portillo Miguel de la Madrid
	PRDDP	1985-1992	GOBIERNO ESTATAL PRONASOL, ONU	SARH, SDR	Carlos Salinas

con elementos que favorezcan un mejor desarrollo de dicha actividad.

LA REGION DE ESTUDIO.

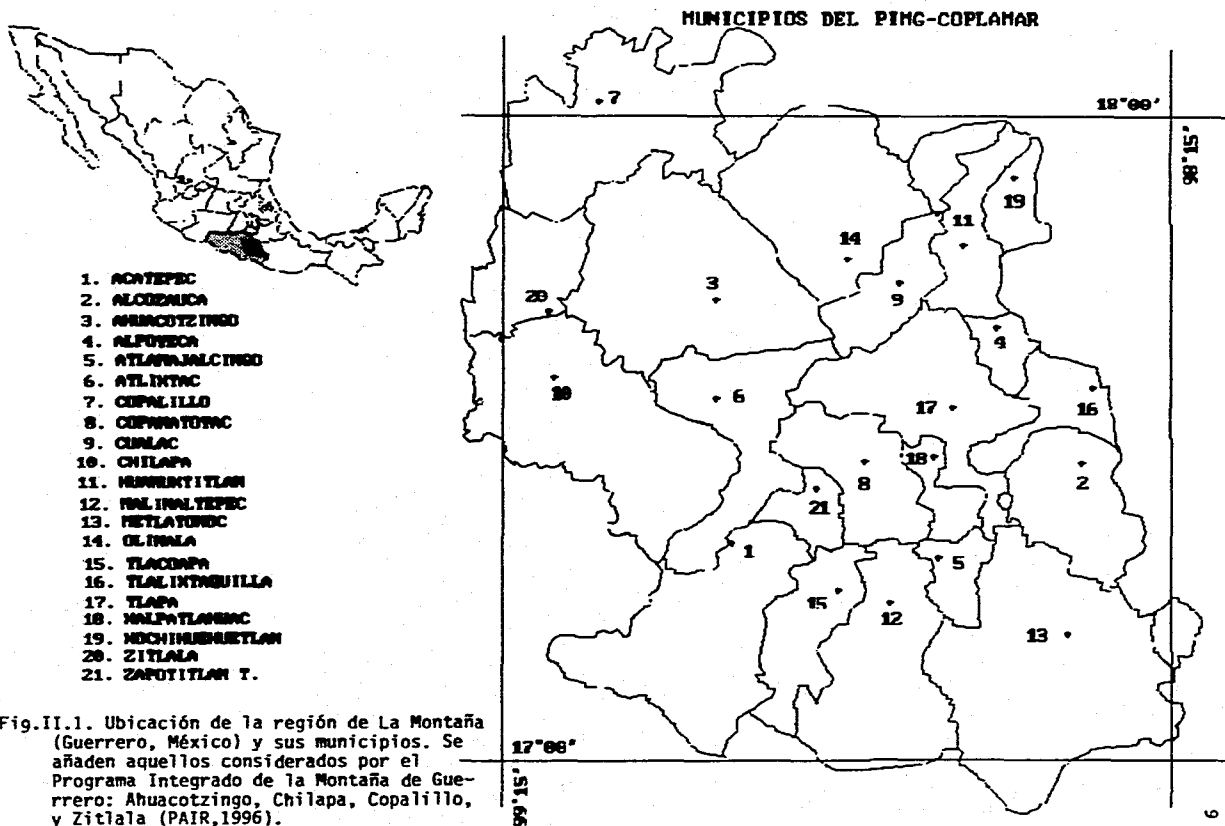
La Montaña es una de las zonas de mayor marginación económica del país, lo cual se expresa en bajos niveles de ingresos, alto porcentaje de población rural de infrasubsistencia, agudos problemas de comunicación, alta migración, y muy bajos niveles de atención a la salud (Anónimo, 1978a; Carabias et al., 1993; 1994).

La región se ubica en la porción oriental del estado de Guerrero, colindando al norte con el estado de Puebla, al este con Oaxaca, al sur con la región denominada Costa Chica de Guerrero y al oeste con la región central del mismo estado (Fig. II.1). Aunque oficialmente comprende 21 municipios (17.8% de la superficie total estatal), la región definida por sus características fisiográficas incluye solamente 17 municipios cubriendo un total de 6,530 km², es decir, 10.13% del estado (Carabias et al., 1993; 1994).

En La Montaña existe un diverso mosaico geológico, y el sistema geomorfológico prevaeciente es la sierra alta compleja. La altitud varía entre 700 y 3600 m s.n.m.. Su porción norte corresponde a la zona cálido-húmeda con selva baja caducifolia como vegetación nativa predominante, y la sur a la templado-subhúmeda, donde la vegetación consiste de bosques de encino y pino. El régimen de lluvias es de verano y comprende precipitaciones entre los 750 mm y los 2,500 mm anuales. El intervalo de temperatura media anual va de los 16°C a los 23°C. (Carabias et al., 1993; 1994).

El estudio realizado por Landa (1992) indica que el 64% de la región está cubierta por algún tipo de vegetación, ya sea primaria o secundaria, arbórea o arbustiva, mientras que el 36% de su superficie ha sido transformada en sistemas agropecuarios y asentamientos humanos.

La deforestación ha ocurrido de manera diferencial en los distintos ambientes ecológicos que conforman la región. La mayor cantidad de vegetación primaria se concentra en áreas con climas templados y semitemplados (67% está en buen estado de



conservación), mientras que en áreas con climas cálidos y semicálidos la transformación ha sido más intensa por las actividades agropecuarias (sólo 54% está en buen estado de conservación).

MÉTODOS.

Para obtener la información sobre los programas de reforestación que se han llevado a cabo en la región se utilizaron técnicas de levantamiento de información tanto antropológicas como sociológicas.

Se consultaron archivos documentales y bibliográficos en dependencias gubernamentales de Chilpancingo y Tlapa, Gro. y México, D.F. (INI, INEGI, SARH, SDR, SRA). También se recopiló información en bibliotecas universitarias y en la de Conductores Mexicanos.

La detección y consulta de informantes clave (funcionarios públicos) que han laborado en los distintos programas de desarrollo desde 1972 a la fecha (INI, SARH, SDR, SRA, SPP, SEDESOL, PROSOM, ONU), facilitó que a través de entrevistas abiertas y cerradas, 40 en total, se pudiera hacer una construcción aceptable de la historia del desarrollo de los programas de reforestación.

Las entrevistas abiertas consistieron en tener conversaciones libres con el informante sobre la opinión que tenía con respecto a los programas de reforestación desarrollados en La Montaña. Las entrevistas cerradas se realizaron a través de un guión tipo encuesta donde las preguntas fueron dirigidas alrededor de los siguientes puntos de los programas: duración, tipo de acciones desarrolladas, cobertura del programa, infraestructura, principales logros y problemas, actitud de los campesinos, y especies utilizadas (Anexo II.1, II.2 y II.3). Para conocer la opinión de los productores con respecto a este tipo de acciones, se hicieron 35 entrevistas abiertas a campesinos que habían participado en alguno o varios de los programas de reforestación.

Se realizaron recorridos de campo en las zonas reforestadas y en los viveros, para obtener información de primera mano, aunque

cualitativa, de los resultados de las acciones de reforestación y del estado de los viveros.

RESULTADOS.

A partir de la revisión de los programas de desarrollo se pudieron reconocer cuatro diferentes etapas de la reforestación. Esta división partió de considerar en primer lugar el programa de desarrollo al cual estuvo adscrito, y en segundo a los objetivos y acciones a los que se dió prioridad.

Primera Etapa: Reforestación con Especies Frutales y Forestales no Maderables (1970-1976).

Los objetivos de esta etapa fueron dar un uso productivo a las áreas desprovistas de vegetación y fomentar el desarrollo de empresas que generaran excedentes económicos, por medio de la producción comercial de frutas y fibras industrializables (Betanzos, 1974). Para ello, en algunos municipios de la región se establecieron viveros con la finalidad de producir plantas de árboles frutales y forestales no maderables como el henequén (Tabla II.2). Ambos tipos de plantaciones fueron establecidas solamente en terrenos comunales.

Estas acciones fueron parte de las actividades de la Comisión del Río Balsas (CRB). La CRB fue creada para atender las necesidades de los habitantes, buscando mejorar su nivel de vida y lograr su desarrollo económico (Barkin y King, 1970; Anónimo, 1972; 1974; Betanzos, 1974). A pesar de que la CRB empezó a operar desde los años 60, no fue sino hasta 1970 cuando sus proyectos fueron promovidos más ampliamente en La Montaña (Anónimo, 1972; 1974; Flores, 1990), fundamentalmente como producto de una respuesta de los Gobiernos Federal y Estatal al descontento social y a la efervescencia política que imperaban en las zonas montañosas delestado.

La CRB impulsó desde grandes proyectos como fue la Empresa Forestal Vicente Guerrero para la explotación de los recursos forestales, hasta obras de irrigación, acciones de conservación de suelo y toda una gama de obras de carácter social (Anónimo, 1972; 1974; 1987a).

Tabla II.2. Especies usadas en los diferentes programas de reforestación realizados en La Montaña (Guerrero, México).
1= Primera Etapa; 2= Segunda Etapa; 3= Tercera Etapa; 4= Etapa Reciente.

TIPO	ESPECIE	ETAPA
FRUTAL	<u>Annona cherimola</u> Mill.	1,2
	<u>Carica papaya</u> L.	3
	<u>Citrus aurantifolia</u> (Christ.) Swingle.	1,2
	<u>Citrus limonia</u> Oesbeck.	1,2,3,4
	<u>Citrus maxima</u> (Burm.) Merr.	1,2
	<u>Coffea arabica</u> L.	1,2
	<u>Crataegus mexicana</u> Moc. et Sess.	2,5
	<u>Malus pumila</u> Mill.	2,4
	<u>Mammea americana</u> L.	1,2,3
	<u>Mangifera indica</u> L.	1,2,3,4
	<u>Opuntia</u> spp.	2
	<u>Persea americana</u> Mill.	1,2,3
	<u>Pouteria sapota</u> (Jack.) H. E. Moore y Stearn	1,2,3
	<u>Prunus persica</u> L.	4
	<u>Psidium guajaba</u> L.	1,2,3,4
	<u>Pyrus communis</u> L.	4
	<u>Tamarindus indica</u> L.	4
FORESTAL MADERABLE	<u>Andira inermis</u> (W.Wright), DC.	4
	<u>Bursera aloexylon</u> Eschiede.	4
	<u>Casuarina equisetifolia</u> L.	2,3,4
	<u>Cordia eleagnoides</u> DC.	4
	<u>Cupressus lindleyi</u> Klotzch.	2,3,4
	<u>Eucalyptus globulus</u> Labill.	2,3,4
	<u>Leucaena esculenta</u> (Moc. et Sess.) Benth.	3,4
	<u>Leucaena leucocephala</u> (Lam.) de Wit.	3,4
	<u>Licania arborea</u> Seemann.	4
	<u>Pinus pseudostrobus</u> Lindl.	4
	<u>Pinus radiata</u> D. Don.	2,3,4
	<u>Pithecolobium dulce</u> (Roxb.) Benth.	3,4
<u>Swietenia humilis</u> Zucc.	4	
FORESTAL NO MADERABLE	<u>Agave</u> spp.	2,3,4
	<u>Agave tequilana</u> Web.	3
	<u>Agave sisalana</u> Perr.	1
	<u>Opuntia</u> spp.	2,4
ORNAMENTAL	<u>Erythrina americana</u> Mill.	2,3,4
	<u>Jacaranda mimosifolia</u> D. Don.	2,3,4
	<u>Delonix regia</u> (Bojer) Raf.	2,4
	<u>Enterolobium cyclocarpum</u> (Jacq.) Griseb.	2,4
	<u>Taxodium mucronatum</u> Tenore.	4
	<u>Spathodea campanulata</u> Beauv.	4
	Frutillo*	4

*Especie no determinada.

A pesar de la gran cantidad de acciones desarrolladas, se obtuvieron pocos impactos. Aparentemente esto se debió, entre otros problemas, a la falta de coordinación en la ejecución de los diferentes proyectos que se realizaron (Anónimo, 1985). En realidad, la evaluación resulta difícil debido a la falta de seguimiento de las obras realizadas y a la escasez de documentos donde se informe claramente los alcances y las metas cubiertas. Sin embargo, a través de los pocos documentos existentes y de las entrevistas realizadas se pudieron detectar a los siguientes, como los principales problemas en las actividades de reforestación que realizó la CRB (Tabla II.3).

Como primer punto cabe destacar la escasa asistencia técnica. La falta de capacitación a los campesinos en el manejo de frutales propició que no se prestaran los cuidados necesarios a las plantas (deshierbe, podas, fertilizantes, insecticidas). El desconocimiento de estos aspectos y la carencia en el control de plagas y enfermedades ocasionó severos problemas sanitarios en las plantaciones.

En segundo lugar la selección de especies y sitios de plantación se hizo sin tomar en cuenta aspectos técnicos fundamentales en este tipo de acciones. Por un lado, no se consideraron los requerimientos nutricionales, de agua y manejo de los frutales. Por otro, las plantaciones se establecieron en terrenos con problemas edáficos que incluso habían sido abandonados por los campesinos al ya no ser redituable en ellos la producción de básicos. A este factor hay que añadir la falta de agua e insumos para acelerar el desarrollo de los árboles, razón por la cual las plantas se desarrollaron pobremente. Asimismo, la mortalidad de las plantas debido a la depredación del ganado y fauna silvestre obedeció, en parte, a que la tenencia de la tierra en estas áreas era de tipo comunal, de modo que la responsabilidad del cuidado de las plantaciones se diluía entre todos los miembros de la comunidad.

Este último punto está relacionado con el tercer problema detectado en esta etapa, es decir el relacionado con la tenencia

Tabla II.3.- Problemas encontrados en las acciones de reforestación realizadas por la Comisión del Río Balsas (CRB). Programa Integrado de la Montaña de Guerrero (PIMG-COPLAMAR) y Comisión Técnica de Empleo Rural (COTEPER) en La Montaña (Guerrero, México).

COMISION DEL RIO BALSAS	PROGRAMA INTEGRADO DE LA MONTAÑA DE GUERRERO	COMISION TECNICA DE EMPLEO RURAL
- Falta de coordinación entre dependencias	- Falta de coordinación entre dependencias	- Escaso interés del gobierno estatal para el desarrollo del programa
- Deficiencias técnicas en la elección de sitios de plantación	- Retraso en el suministro de recursos económicos	- Retraso en el suministro de recursos económicos
- Inadecuada asistencia técnica	- Deficiencias técnicas en la elección de especies y sitios de plantación	- Falta de planeación
- Falta de capacitación a campesinos	- Deficiencias técnicas en la construcción de obras de ingeniería	- Conflictos de tenencia de la tierra
- Conflictos de tenencia de la tierra	- Inadecuada asistencia técnica	- Poco interés de las comunidades por el programa
- Desconocimiento de la utilidad de las especies	- Desconocimiento de la utilidad de las especies	- Conflictos entre los miembros de la cooperativa y en la comunidad por la fuente de empleo
- Falta de evaluación y seguimiento	- Falta de evaluación y seguimiento	- Deficiencias técnicas en el establecimiento de los viveros
		- Deficiencias técnicas en la elección de especies
		- Desconocimiento de la utilidad las especies
		- Falta de evaluación y seguimiento

de la tierra. Se presentaron conflictos entre los campesinos debido a que en muchas ocasiones las plantaciones se establecieron en los linderos de ejidos, comunidades o municipios; o bien en terrenos comunales donde no existían ni responsables ni beneficiarios específicos.

Estos problemas parecen ser la causa de que la mayor parte de plantaciones de frutales que fueron establecidas en esa época estén abandonadas o ya no existen hoy en día.

Con respecto a las plantaciones de henequén, actualmente sólo permanecen algunas plantas aisladas, dado que éstas fueron abandonadas por los campesinos por no conocer su utilidad. Esto se debió a que los planes para ligar la producción de las plantaciones con empresas de industrialización de fibra de henequén no fueron consolidados (Betanzos, 1974).

En este periodo no se establecieron programas de reforestación con especies forestales en La Montaña; sin embargo, ya desde estas fechas la CRB empezó a realizar reforestaciones con Casuarina equisetifolia y Eucalyptus globulus, con la finalidad de contrarrestar la erosión, en sitios aledaños a Chilpancingo (Anónimo, 1985; González-Pacheco et al., 1985).

Segunda Etapa: Reforestación para el Control de la Erosión y la Rehabilitación del Medio Productivo (1977-1982).

El objetivo principal de los proyectos iniciados en esta etapa fue prevenir y contrarrestar la erosión por medio de la reforestación y la construcción de obras de ingeniería para la retención de suelo y la captación de agua, todo esto asociado a la creación de fuentes de empleo. Esta segunda etapa corresponde a la existencia del Programa Integrado de la Mixteca Guerrerense (PIMG) dentro del marco de COPLAMAR (Tabla II.1; Anónimo, 1978a; 1987a).

COPLAMAR, creada en 1977 por decreto presidencial, tuvo como uno de sus objetivos generales evaluar el estado de marginación de distintas áreas del país. Asimismo, se propuso prevenir la desertificación y generar una política nacional en torno a la temática ambiental (Anónimo, 1978a). El PIMG se llevó a cabo en 21 municipios, los 17 que conforman La Montaña más cuatro municipios

que corresponden a la región centro y norte del estado (Fig. II.1): Ahuacotzingo, Chilapa, Copalillo y Zitlala (Anónimo, 1978a).

Entre el gran número de obras realizadas, cabe destacar las enfocadas a la restauración del medio, las cuales se dirigieron básicamente a la conservación de suelo y agua. Entre 1977 y 1982 se construyeron terrazas en una superficie de 533 ha. Las terrazas se acompañaron con la siembra en contorno, de frutales, magueyes y/o nopales, además de la reforestación con especies forestales en los terrenos abandonados (Tabla II.2). En este periodo se establecieron cuatro viveros, uno de plantas forestales y los restantes de frutales. La producción de los viveros se asignaba al establecimiento de huertos, para refuerzo de terrazas y para áreas de reforestación (Anónimo, 1980; 1982).

Al igual que la CRB, el PIMG dio un fuerte impulso a la fruticultura, con la diferencia que en este último, el establecimiento de frutales se realizó en los huertos de los campesinos y no en áreas comunales deterioradas. Se atendió principalmente a varias comunidades de los municipios de Olinálá, Tlapa, Zapotitlán Tablas y Chilapa. Durante el desarrollo de este programa también se presentaron los problemas de falta de capacitación, plagas y mercado, entre otros, los cuales hasta la fecha prevalecen en la región.

Los programas de reforestación se realizaron en Chilapa y Zitlala con Casuarina equisetifolia y Eucalyptus globulus. La sobrevivencia de las plantas fue escasa, y en general no cumplieron con los objetivos de contrarrestar la pérdida de suelo (González-Pacheco et al., 1985).

A pesar de la importancia dada a los aspectos ecológicos en los planteamientos originales de COPLAMAR, se desprendieron pocos impactos positivos en términos del mejoramiento y conservación del ambiente. Esto se reflejó en una serie de deficiencias que fueron desde la concepción del problema hasta los aspectos técnicos, económicos y sociales (Tabla II.3).

Al igual que en la etapa anterior no se consideraron los aspectos técnicos necesarios para lograr el éxito de las

plantaciones. Las especies utilizadas para reforestar no eran adecuadas a las condiciones ambientales ni de deterioro donde se introdujeron, ya que no se tomó en cuenta la fisiografía, la disponibilidad de agua, el estado de degradación del suelo y el manejo requerido por las especies. Esta situación, aunada a las características de crecimiento de las especies, en los casos en que las plantas lograron establecerse, no resolvió el problema de erosión, encontrándose en la actualidad severos problemas de formación de cárcavas en los sitios donde los individuos sobreviven. Además, la poca utilidad que estas especies presentaban a los campesinos generó muy poco interés por ellas.

Por otra parte, las obras físicas para controlar la erosión no cumplieron con su objetivo, pues se construyeron sin las especificaciones técnicas adecuadas para las condiciones particulares de los terrenos. Asimismo, el material vegetal utilizado para reforzar las terrazas no representó beneficios inmediatos, ya que éste es rediatuable a largo plazo, lo que provocó desánimo y descuido, además, debido a las condiciones de deterioro del suelo, la aplicación de insumos (en los casos en los que se hizo) fue un esfuerzo en vano, dado que los sitios carecían de material coloidal que los retuviera (Flores, 1990);

A las deficiencias técnicas arriba citadas se añadió la poca coordinación entre las dependencias ejecutoras de los proyectos y los fuertes retrasos en el suministro de recursos económicos. Tal situación provocó escasez de mano de obra y competencia con las labores agrícolas, por ello en muchas ocasiones la reforestación se realizó fuera de la época de lluvias.

Todos estos problemas generaron desinterés en los campesinos, y esto se reflejó en el abandono de las obras al retirarse el pago de jornales.

Tercera Etapa: Reforestación para Rehabilitar los Terrenos Ociosos (1981-1986).

Esta etapa fue instrumentada por la Comisión Técnica de Empleo Rural (COTEPER). Su objetivo fue rescatar los terrenos abandonados por medio de la reforestación.

COTEPER representó uno de los programas de reforestación más importantes en La Montaña. Fue creado por decreto presidencial en 1981 (Tabla II.1). Al igual que COPLAMAR, su objetivo general fue crear un programa de capacitación y empleo para fomentar el uso de los recursos naturales, a través de la creación de cooperativas. Éstas actuarían como fuente de trabajo evitando así la migración de los campesinos.

Se organizaron 56 cooperativas formadas por 10 personas cada una, quienes recibían un sueldo por su colaboración (el salario mínimo vigente en la región). El grupo estaba dirigido por un "gerente" (técnico del programa), quien se encargaba de asesorar la producción, adquirir los insumos y cubrir las necesidades de infraestructura que se requerían para la operación del vivero, así como del pago de salarios a los miembros de la organización.

Cada cooperativa tenía un vivero y adquirió el compromiso de reforestar 30 hectáreas por año. La meta a cubrir al finalizar el convenio era de 5 mil hectáreas.

Se establecieron dos o tres viveros en cada uno de los municipios de La Montaña, además de otros implementados en Ahuacotzingo, Chilapa y Zitlala. En total se establecieron 56 viveros que contaban, en la mayoría de los casos, con todas las instalaciones y herramientas necesarias, cuya producción serviría para abastecer de plantas a los programas de reforestación en las diferentes comunidades. En los viveros se propagaban únicamente especies forestales y frutales criollos (Tabla II.2). Poco se conoce de los alcances que tuvieron estas acciones de reforestación. Sin embargo, aparentemente de las 5 mil hectáreas programadas, sólo se reforestaron 500.

Las plantaciones establecidas en 1983 en Chilapa con Cupressus sp., Pinus radiata, Eucalyptus globulus y Casuarina equisetifolia se caracterizaron por altas mortalidades de las plantas. Los árboles pertenecientes a las dos primeras especies sobreviven mejor pero tuvieron desarrollos pobres (González-Pacheco et al., 1985).

En Alcozauca la reforestación se realizó en terrenos comunales abandonados y fuertemente deteriorados, en una superficie

aproximada de 50 ha. En general, la sobrevivencia de las plantas fue muy baja y la talla de las plantas que actualmente sobreviven es muy pequeña, presentándose inclusive síntomas de deficiencias nutricionales. En otros municipios se obtuvieron resultados similares, en particular en las comunidades de Atlamajalcingo del Monte, Atlixnac, Ayotzinapa, Chaucingo, Huamuxtitlán, La Luz de Juárez, San Nicolás Zoyatlán, Petlacala, Tlacoapa, Tlapa y Zilacayotitlán.

Desde el punto de vista de las instituciones el escaso éxito del programa COTEPER se debió al poco interés prestado por el gobierno estatal y a retrasos en el suministro de recursos económicos, por tal razón se careció de planeación y coordinación entre las dependencias ejecutoras. A esta situación se añadió el escaso interés de las comunidades por estos programas y los conflictos de tierras entre linderos (Tabla II.3).

Por otra parte, los campesinos que laboraron en este programa, tanto en las plantaciones como en los viveros, mencionan gran variedad de problemas entre los que se incluyen desde los relacionados con la concepción y utilidad de la reforestación, hasta aquellos vinculados con la organización comunitaria y tenencia de la tierra (Tabla II.3).

Como primer punto vale la pena destacar que la reforestación fue propuesta a las comunidades como un programa de empleo y no como un programa de rehabilitación del medio natural y productivo, razón por la cual la participación del campesino en estas acciones sólo se presentó en la medida que era remunerada. A esta situación hay que añadir el tipo de especies utilizadas, ya que en la mayoría de los casos no presentaban ni utilidad ni interés para los campesinos, pues desconocían el uso que podían hacer de ellas.

En segundo, la carencia de mecanismos de participación popular en la creación de las cooperativas y en la toma de decisiones para la ejecución del programa, propició por un lado, fuertes conflictos al interior de las cooperativas debidos a que algunos miembros de éstas obtuvieron mayores beneficios económicos. Por otro lado, provocó agudos desacuerdos en el seno de las comunidades, ya que

sólo tenían trabajo los miembros de la cooperativa.

Como tercer punto destacan los problemas técnicos en la selección de sitios donde se establecieron los viveros. Esto por una parte generó mayores costos de producción y deficiente calidad en la producción de plantas; por la otra, propició conflictos entre los miembros de la cooperativa por la propiedad de los terrenos donde los viveros se construyeron.

Todos estos problemas provocaron en los campesinos una actitud de aceptación pasiva de las reforestaciones. Por ello, al momento de suspenderse el pago de salarios, las despensas alimenticias y la asesoría técnica, los pobladores abandonaron por completo los viveros y las plantaciones realizadas, desperdiándose todo el capital e infraestructura creada hasta ese momento. Éste fue un fenómeno generalizado en la región. De hecho, actualmente sólo opera el vivero de Ayotoxtla, mientras que el de Chaucingo funcionó hasta 1989 (Tabla II.4). El programa COTEPER terminó oficialmente en 1986, pero ya desde 1985 los recursos económicos asignados a él fueron casi nulos.

Un caso que merece especial atención por su permanencia es el del vivero de Ayotoxtla (municipio de Zapotitlán Tablas), promovido por la Compañía Forestal Vicente Guerrero desde 1973. En sus inicios careció de recursos permanentes y no fue sino hasta 1981 debido a la obtención de recursos del PLANAT (Programa Nacional de Apoyo a la Agricultura de Temporal, dentro de COPLAMAR), cuando se consolidó en un centro de producción permanente de plantas (Anónimo, 1992c). Esto permitió que se realizaran plantaciones en el municipio desde 1973, principalmente con Pinus radiata y en menor escala, Eucalyptus globulus y Casuarina equisetifolia. Hasta el año de 1985 se informó de un total de 56 ha reforestadas en tres comunidades: Ayotoxtla, Tamaloya y Escalerillas.

Las plantaciones de P. radiata presentaron sobrevivencias adecuadas, aunque las coloraciones de su follaje indican deficiencias nutricionales de fósforo, hierro, nitrógeno y cobre (Arteaga et al., 1985). Asimismo, el desarrollo heterogéneo de los árboles se debe a problemas de pendiente y exposición inadecuadas,

Tabla II.4. Algunas de las comunidades donde se establecieron viveros por el programa Comisión Técnica de Empleo Rural (COTEPER), y que actualmente se encuentran abandonados en la región de La Montaña de Guerrero, México.

MUNICIPIO	COMUNIDAD
Alcozauca	Amapilca Cabecera Municipal El Rancho
Alpoyeca	Tecoyo
Atlixnac	Huitzacotla
Copanatoyac	La Concepción Plan de San Miguel
Huamuxtitlán	Tlaquilttepec
Cualác	Chaucingo
Malinaltepec	Moyotepec
Metlatonoc	San Juan Puerto Montaña
Olinalá	Cabecera Municipal
San Luis Acatlán	Mixtexapa
Tlacoapa	Cabecera Municipal
Tlapa de Comonfort	Ayotzinapa Atlamajalcingo del Río Coachimalco
Xalpatlahuac	San Nicolás Zoyatlán
Zapotitlán Tablas	Tamaloya

además de deficiencias en la textura y profundidad del suelo (Etchevers y Volke, 1985). A estos aspectos hay que añadir, por un lado, la inexistencia de programas de capacitación en las comunidades para el manejo de la plantación, y por otro, el poco interés que esta especie revisten para los pobladores, ya que no hacen uso de ellas para cubrir sus necesidades (leña, construcción, madera, etc.). Asimismo, no han existido proyectos para hacer un uso silvícola de estas áreas, en el supuesto que las plantaciones eventualmente llegarán a presentar buena calidad.

Etapas Reciente de la Reforestación (1985 a 1992).

Esta última etapa inició en 1985, cuando la SARH propuso los programas de reforestación en La Montaña con recursos propios, en el marco del programa titulado Producción y Distribución de Plantas (Tabla II.1). Este programa tuvo como objetivos principales: (1) disminuir la degradación del recurso forestal, (2) aminorar la erosión del suelo, (3) coadyuvar al desarrollo silvícola, energético y agroindustrial, y (4) preservar el equilibrio ecológico.

Para realizar las plantaciones, la SARH operó con los dos viveros que permanecían de la etapa anterior, es decir, Ayotoxtla y Chaucingo. Ambos viveros producían principalmente plantas forestales (80%) y en menor medida frutales criollos (Tabla II.2). Su operación fue similar a la de COTEPER, con una estructura basada en un gerente y 10 ó 12 personas (de la comunidad) laborando, pero con la variante de que todo el personal era rotado cada tres meses para que toda la población se beneficiara con el trabajo.

Las plantas forestales producidas se donaron por medio de convenios entre las comunidades y las instituciones gubernamentales ejecutoras. En cuanto a los frutales, éstos sólo fueron asignados a solares y huertos privados.

La SARH proporcionó las plantas, su transporte, y la asesoría técnica a las comunidades interesadas en reforestar. La comunidad ponía los terrenos, material de la región, el cepeado y el trasplante. Este trabajo se remuneraba con raciones alimenticias según el número de días laborados.

Durante 1985 y 1986 las plantaciones realizadas por esta dependencia fueron pocas. Aunque el objetivo principal de la reforestación fue el de rehabilitar el medio ambiente, si se considera que los viveros siempre operaron por debajo de su capacidad, que la asesoría técnica fue insuficiente y que no hubo recursos económicos adecuados para su operación (compra de insumos, semillas, envases, etc.), es razonable pensar que el motor de esta actividad fue realmente el mantener un programa de empleo vía la entrega de despensas. Por ello, la reforestación fue escasa y se realizó únicamente en superficies dispersas (plantación de árboles en áreas < 2 ha localizadas entre los asentamientos humanos, por ejemplo en comisarias, escuelas, centros de salud y parques).

No fue sino hasta 1987 que la SARH empezó a realizar más plantaciones en la región. En 1987 y 1988 esta dependencia reforestó 136 ha entre áreas compactas (plantaciones de árboles en áreas > 2 ha ubicadas generalmente en terrenos ejidales y comunales) y dispersas; así mismo, brindó apoyo a los solares con frutales en 10 municipios (Anónimo, 1987b; 1988). En 1989 la superficie reforestada fue de 145 ha, principalmente en Zapotitlán Tablas y Atlixac (Anónimo, 1989). A pesar de que la superficie reforestada en este periodo es considerable, el hecho de que un 68% se haya realizado en áreas dispersas hace que su impacto haya sido mínimo (Tabla II.5).

Este panorama comenzó a cambiar ligeramente a partir de 1990, cuando la ONU aportó recursos económicos a la SARH y la SDR para llevar a cabo acciones de reforestación. Este convenio se firmó entre el Gobierno de la República y la ONU en septiembre de 1989, con el objeto de canalizar recursos económicos a zonas con pobreza extrema en el país. Sus objetivos fueron: (1) generar empleo tanto permanente como temporal que disminuyera la migración, (2) elevar el nivel económico de los pobladores, (3) evitar el cultivo de estupefacientes, y (4) coadyuvar a la conservación de los recursos forestales. El convenio incluyó 53 proyectos para la región, siendo la reforestación el de más alta prioridad (Anónimo, 1992a).

Los trabajos ligados a la reforestación fueron remunerados con

Tabla II.5. Superficie por tipo de reforestación y número de plantas utilizadas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) en el periodo 1987-1989.

AÑO	No. PLANTAS	SUPERFICIE (ha)		ANUAL TOTAL (ha)
		DISPERSAS	COMPACTAS	
1987	98 760	20.9155	35.5525	56.468
1988	11 0861	25.0581	54.7854	79.8435
1989	19 000	145.0000	--	145.0000
TOTAL				
PORCENTAJE		68%	32%	281.3115

salarios para los empleados del vivero y con raciones alimenticias para los campesinos que realizaban la plantación.

Un avance importante del programa durante estos años fue la diversificación en el uso de los recursos económicos. Los recursos aportados por la ONU fueron dirigidos específicamente a la plantación de áreas compactas (todas ellas acompañadas de cercado de alambre para su protección, así como de donación de herramientas a la comunidad), mientras que las plantaciones dispersas y el apoyo a huertos frutales quedaron a cargo de la SARH y la SDR, las que operaron con recursos normales. Por su parte la SARH realizó algunas plantaciones compactas en las comunidades que hicieron peticiones tardías, pero su apoyo se limitó a la donación de plantas y su transporte (Anónimo, 1990, 1991, 1992b; 1992c).

Con los recursos canalizados a estas dependencias se rehabilitó el vivero abandonado de Atlamajalcingo del Río (en 1989) y el área reforestada se incrementó considerablemente durante el trienio 1990 - 1992 (Fig. II.2).

Problemas en las Reforestaciones.

A pesar de los cambios que han operado en los programas de reforestación a través del tiempo, es importante visualizar los siguientes cuatro problemas, como los primordiales por su constancia en el tiempo:

1.- La pequeña superficie de las áreas reforestadas. La extensión abarcada por las reforestaciones realizadas desde 1987 hasta 1992 sólo representa alrededor del 0.5% de las 210,905 ha deforestadas (Fig. II.3a). De esta superficie reforestada hay que substraer las plantaciones realizadas en los asentamientos poblacionales, quedando sólo el 57% del total plantado en superficie compacta (Fig. II.3b). Además de esta cifra también hay que restar las resiembras que se realizan periódicamente, las cuales son contabilizadas anualmente como incremento de la superficie forestada.

2.- Distribución inadecuada. Aún y cuando se han realizado plantaciones en casi la totalidad de los 16 municipios que conforman la región, éstas no se distribuyen según la magnitud de

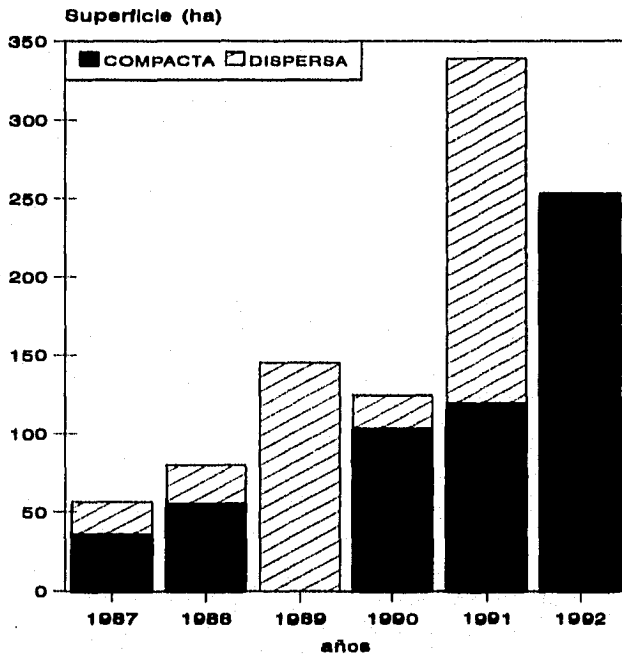


Fig.II.2. Superficie reforestada por la SARH (1987-1989) y ONU - SARH (1990-1992) por superficie compacta y dispersa en la región de La Montaña (Guerrero, México).

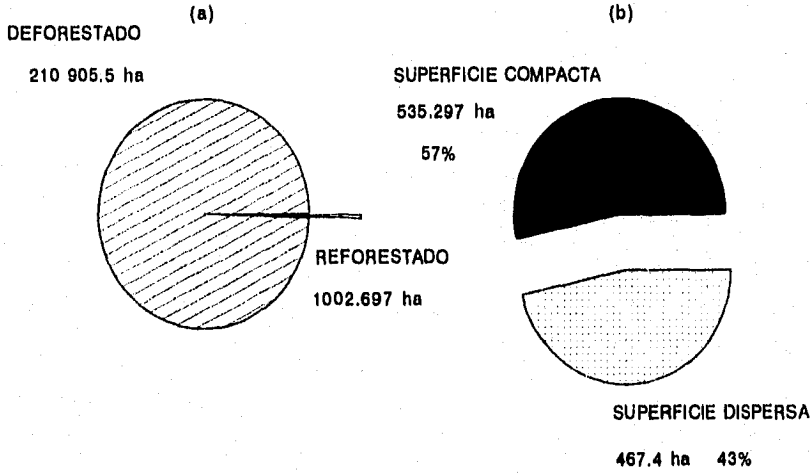


Fig.II.3. Superficie reforestada para el periodo 1987-1992 en la región de La Montaña, Guerrero México. (a) proporción de la superficie deforestada contra la reforestada; (b) proporción reforestada en superficie compacta y dispersa.

deterioro y su extensión en cada uno de éstos (Fig. II.4). El caso extremo se presenta en el municipio de Xalpatlahuac, el cual presenta el mayor índice de deforestación en toda La Montaña, con el 35% de su superficie sin vegetación (INEGI, 1987), y donde hasta el año de 1992 no se habían realizado programas de reforestación en superficie compacta.

3.- Inadecuado acervo de especies. En cuanto al tipo de plantas utilizadas para reforestar, los datos muestran un acervo de especies reducido, comprendiendo en su mayoría especies exóticas que no son adecuadas a las condiciones ambientales y de deterioro de La Montaña. Por ejemplo, en 1987 y 1988, las plantaciones desarrolladas por la SARH se realizaron con 24 especies distintas (Tabla II.6; Figura II.5a). Aunque este número podría reflejar que la reforestación se hizo con una estrategia diversificada, al considerar el origen de cada especie y el número de individuos utilizados resulta que la mayoría pertenece a taxa exóticas (Fig. II.5b; Tabla II.6). Del total producido entre ornamentales y forestales, ocho especies son exóticas y doce se distribuyen naturalmente en el país. De estas últimas, sólo seis son nativas de la región, mientras que las otras son propias del bosque tropical perennifolio y subperennifolio (Tabla II.7). Esto parece implicar un riesgo de mortalidad muy alto, pues de los 900 mil individuos introducidos sólo 4 mil pertenecen a especies nativas de la región.

Durante el programa de la ONU el acervo de especies utilizado en las plantaciones se redujo (Tabla II.6). En 1992 sólo se introdujeron dos especies nativas de la región, dos de distribución natural en el país, y tres exóticas (Fig. II.6). El grueso de las reforestaciones se realizaron con E. globulus y C. equisetifolia en las zonas cálidas y semicálidas, y en las templadas con P. radiata.

4.- Falta de evaluación y seguimiento. Las evaluaciones han consistido sólo en la supervisión del sembrado de las plantas, en recomendaciones de deshierbe y en estimaciones iniciales de los porcentajes de sobrevivencia que permitan planear resiembras (siempre y cuando la comunidad siga interesada), sin considerar el

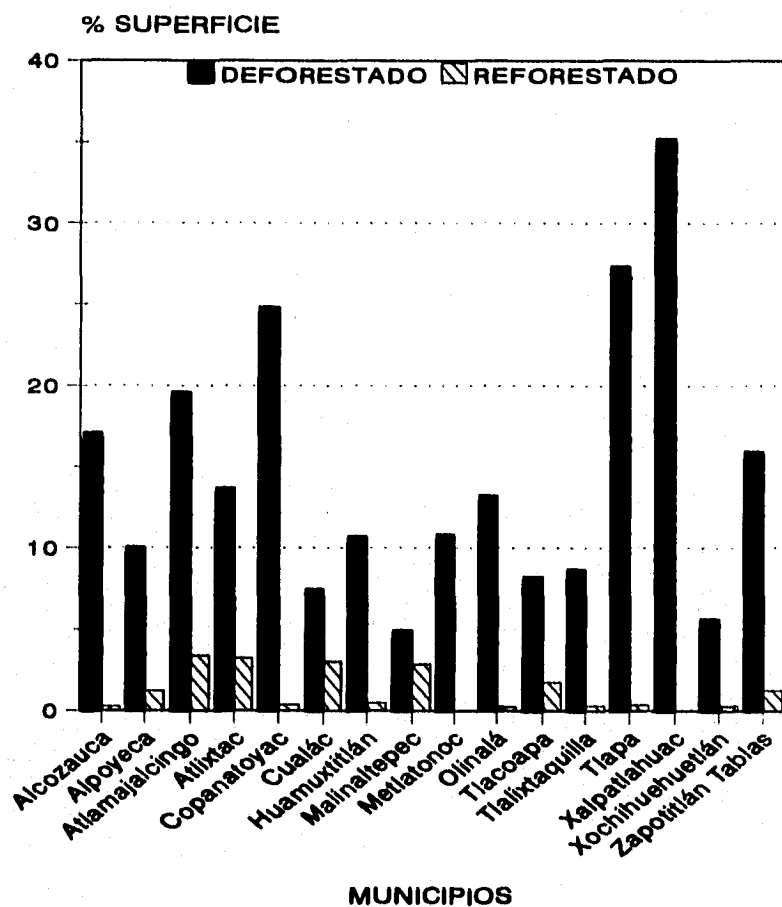


Fig. II.4. Proporción de la superficie deforestada y reforestada en porcentaje por municipio para el periodo 1987-1992, en la región de La Montaña, Guerrero México.

Tabla II.6. Número de plantas utilizadas por especie en los programas de reforestación realizados en La Montaña (Guerrero, México) en el periodo 1987-1992. Los subíndices indican el uso que le asignaron los programas en la región. 1 = Frutal, 2 = Ornamental, y 3 = Forestal

ESPECIE	NUMERO DE PLANTAS					
	1987	1988	1989	1990	1991	1992
<i>Agave</i> spp. ³	3450	4450		140	-	83000
<i>Andira inermis</i> ³	580	580		-	-	-
<i>Bursera aloexylon</i> ³	866	866		-	-	1000
<i>Casuarina equisetifolia</i> ^{2,3}	5746	4943	*	49573	55100	20350
<i>Citrus limonia</i> ¹	1106	1106		-	-	-
<i>Cordia eleagnoides</i> ³	274	274		-	-	-
<i>Crataegus mexicana</i> ¹	-	-		-	50	-
<i>Cupressus lindleyi</i> ^{2,3}	-	10732	*	17031	19380	6300
<i>Delonix regia</i> ¹	135	135		-	-	-
<i>Erythrina americana</i> ²	470	470		-	-	-
<i>Eucalyptus globulus</i> ^{2,3}	5166	5369	*	14235	92550	34700
<i>Jacaranda mimosifolia</i> ^{2,3}	2120	2120		-	-	600
<i>Leucaena leucocephala</i> ³	175	875		-	-	-
<i>Leucaena esculenta</i> ¹	-	100		-	-	-
<i>Licania arborea</i> ¹	20	20		-	-	-
<i>Mangifera indica</i> ¹	4200	4460		-	-	-
<i>Opuntia</i> spp. ³	1600	1600		-	-	-
<i>Persea americana</i> ¹	-	120	*	-	-	-
<i>Pinus radiata</i> ³	67047	67036		52881	322000	213900
<i>Pinus pseudostrobus</i> ³	-	-		-	-	3600
<i>Pithecollobium dulce</i> ³	495	295		-	-	-
<i>Psidium quaiaba</i> ¹	70	70		-	-	-
<i>Pyrus communis</i> ¹	-	-		250	-	-
<i>Spathodea campanulata</i> ¹	10	10		-	-	-
<i>Swietenia humilis</i> ¹	75	75		-	-	-
<i>Taxodium mucronatum</i> ^{2,3}	3160	3160		-	-	-
Frutillo** ²	2000	2000		-	-	-

* No se obtuvo el dato de número de plantas por especie para 1989, sólo se obtuvieron las especies utilizadas y el número total de plantas, 19 000, para las cuatro especies

** Especie no determinada.

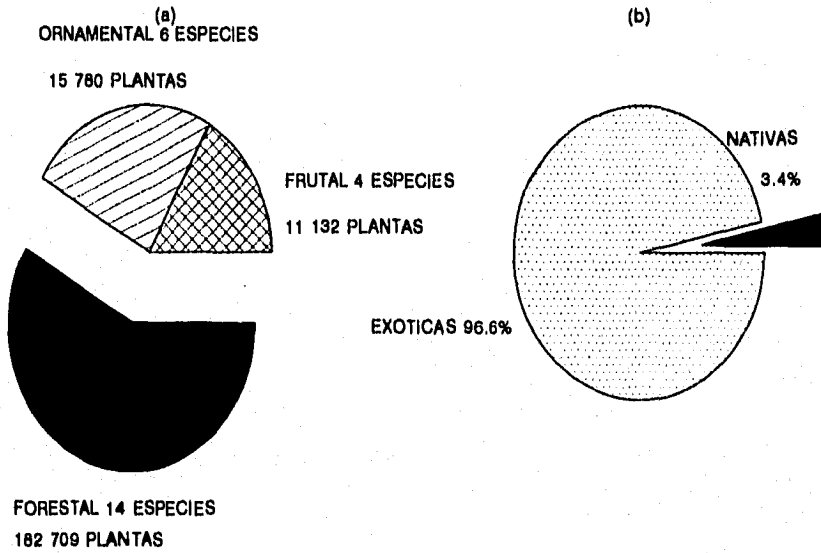


Fig. II.5. Tipo de especies utilizadas por la SARH en las reforestaciones realizadas en 1987 y 1988, en la región de La Montaña, Guerrero México. (a) número de especies y plantas; (b) proporción de especies exóticas y nativas.

Tabla. II.7. Especies nativas de México utilizadas para reforestar en 1987 y 1988 por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SARH) y sus hábitats natuarles. BTP = Bosque Tropical Perennifolio, BTSP = Bosque Tropical Subperennifolio, BTC= Bosque Tropical Caducifolio, BTSC = Bosque Tropical Subcaducifolio, BE = Bosque Espinoso, BC = Bosque de Coníferas, BM = Bosque Mesófilo, BG = Bosque de Galería.

ESPECIE	HABITAT
<u>Andira inermis</u>	BTP, BTSP
<u>Bursera aloexylon*</u>	BTP, BTC, BTSC, BE
<u>Cordia elleagnoides</u>	BTSC
<u>Cupressus lindleyi</u>	BC
<u>Leucaena leucocephala</u>	BTC, BTSC
<u>Leucaena esculenta*</u>	BTC
<u>Licania arborea</u>	BTP, BTSC
<u>Pithecellobium dulce*</u>	BTC, BE
<u>Pinus pseudostrobus*</u>	BC, BM
<u>Swietenia humullis*</u>	BTC, BTSC
<u>Taxodium mucronatum*</u>	BG

* especies nativas de La Montaña

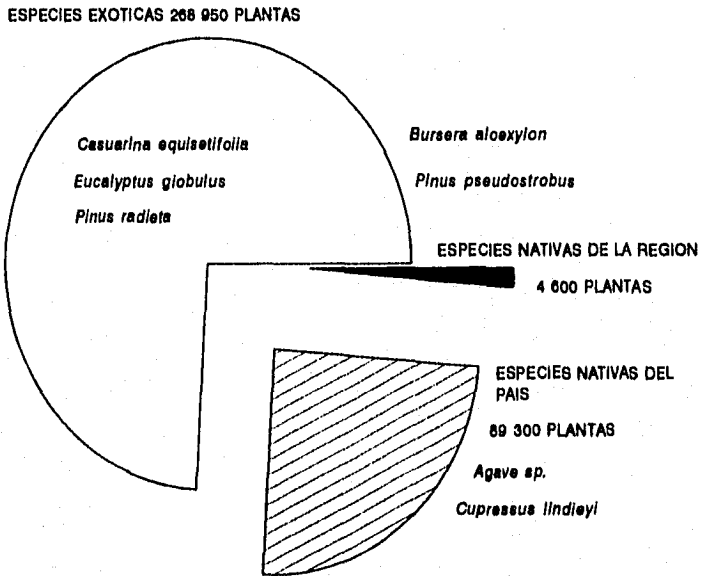


Fig.ii.6. Número de especies y plantas utilizadas por la ONU-SARH en la reforestación de 1992, en la región de La Montaña, Guerrero México.

desarrollo de los individuos sobrevivientes, ni sus impactos en el mejoramiento del suelo (control de erosión, cobertura herbácea, mineralización de la materia orgánica, etc.). Tal situación se debe a la escasez de recursos económicos, humanos y técnicos que permitan realizar una valoración objetiva del impacto de la reforestación.

DISCUSION.

A lo largo de las diferentes etapas por las que ha atravesado la reforestación en La Montaña, los programas han tenido como objetivo principal canalizar recursos económicos que generen empleo. Si bien esto tiene un papel social muy importante, ha llevado a la indefinición de los objetivos de la reforestación y a grandes deficiencias técnicas. Aunque los objetivos con los que actualmente se lleva a cabo la reforestación en esta región se acercan más al interés de mejorar el ambiente, es claro que aún adolecen en los aspectos técnicos, científicos y económicos, por lo cual es difícil que cumplan con los objetivos que pretenden cubrir.

La ausencia de estudios básicos sobre las condiciones ambientales y sobre el grado de deterioro que proporcionen información sobre el tipo de especies que pueden establecerse exitosamente y que además favorezcan el mejoramiento del suelo en los sitios a reforestar, son una limitante que impide llevar esta actividad a buen término.

Asimismo, la carencia de evaluaciones técnicas confiables que permitan dar un seguimiento del desarrollo de los individuos en las plantaciones, y los impactos ecológicos y sociales de la reforestación, no permite elegir las estrategias más adecuadas, o modificar las existentes, para la realización de acciones que contrarresten la degradación de los terrenos. Esto impide, entre otras cosas, seleccionar las especies más adecuadas para su producción masiva en los viveros.

Los frecuentes fracasos de las plantaciones ha generado gran escepticismo hacia este tipo de programas entre los campesinos, quienes sólo participan en estas prácticas cuando están motivados por el incentivo económico (sueldo, alambre, herramientas, raciones

alimenticias, etc.), y no porque consideren que estas acciones, tal y como se realizan, tengan efectos en el mejoramiento de su medio productivo.

Esta actitud por parte de los campesinos obedece a varias razones. Por un lado, hay que entender que la reforestación es una práctica relativamente nueva para los pobladores de la región, pues sus sistemas de producción tradicionales contemplaban la regeneración natural de la vegetación por medio del descanso, y cada uno de los diferentes estados de la sucesión constituía para ellos una fuente de recursos que estaba dentro de su lógica de producción. Asimismo, el terreno volvía a abrirse al cultivo una vez que se presentaban en la vegetación ciertos indicadores de la recuperación del terreno; este hecho en cierta medida resguardaba la sustentabilidad del recurso.

Por otro lado, también se tiene que considerar que en esta lógica, las actividades como la reforestación son relegadas a un segundo plano, en la medida en que las actividades primarias de autoconsumo no están resueltas. Por ello, la reforestación en muchas ocasiones se realiza tardíamente, ya que compiten en el tiempo y en ocasiones en el espacio con las actividades agrícolas, o bien no se lleva a cabo si no hay un pago de por medio. Este hecho remarca la escasez de trabajo comunitario, lo que ha llevado a que los programas de reforestación no hayan logrado insertarse en los esquemas de producción campesina. A esto hay que añadir la falta de utilidad de las especies y la poca eficacia en el mejoramiento y recuperación de la base natural de sus sistemas productivos.

Un punto más a considerar, y ciertamente uno muy importante, es el que se refiere al tipo de especies utilizadas para realizar la reforestación. Llama la atención que con el mismo reducido conjunto de especies (E. globulus, C. equisetifolia y P. radiata) se pretenda lograr la rehabilitación de las áreas deforestadas y controlar la erosión, promover el desarrollo silvícola y agroindustrial de la región, auxiliar en las necesidades de combustible y mejorar el aspecto visual de los asentamientos

humanos.

El uso generalizado de estas especies en todas las situaciones de reforestación en el país, tanto en asentamientos humanos como en áreas compactas, se debe a que los viveros se dedican a la producción de estas plantas por la disponibilidad de semilla en el mercado de estas especies, y por el sencillo manejo de sus técnicas de propagación, las que por cierto están ampliamente difundidas entre los técnicos forestales. Esta situación en buena parte conlleva a que no exista una planeación adecuada de la cantidad y tipo de especies que se requieren para los diferentes sitios donde se realizarán estas acciones, de modo que los viveros producen básicamente respondiendo a la disponibilidad de semilla y no a las necesidades regionales.

Frecuentemente se han mencionado las ventajas que por su velocidad de crecimiento, tolerancia y uso industrial (leña, celulosa y aserrío) pueden tener estas especies en ciertos casos (Arteaga et al., 1985; Etchevers y Volke, 1985; Poore y Fries, 1987; Ben Salem y van Tran, 1989; Lamprecht, 1990). No obstante, es innegable que para que este conjunto de especies presenten realmente un desarrollo y utilidad aceptables, se deben considerar sus requerimientos ambientales y de manejo específicos, como son las características fisicoquímicas del suelo y su estado de desarrollo, además de los factores fisiográficos, y no sólo los intervalos altitudinales y de precipitación que generalmente se toman en cuenta. La falta de estas consideraciones lleva a que, en caso de que las plantas sobrevivan, se desarrollen deficientemente, como es el caso *P. radiata*. Para crecer adecuadamente esta especie requiere suelos profundos y bien drenados, poca pendiente y exposiciones con buena humedad, además de cantidades de nitrógeno y fósforo adecuadas (Etchevers y Volke, 1985; Arteaga et al., 1985; Lamprecht, 1990). Aunque se menciona que *E. globulus* y *C. equisetifolia* son especies con requisitos nutricionales moderados, es importante mencionar que las pendientes pronunciadas, buena disponibilidad de agua, y el pH alcalino en *E. globulus* o ácido en *C. equisetifolia* son factores limitantes para su establecimiento y

desarrollo (Poore y Fries, 1987; Ben Salem y van Tran, 1989; Lamprecht, 1990).

A estos problemas hay que añadir los efectos ecológicos que este conjunto de especies puede tener sobre el ambiente. Como primer punto es necesario considerar que ni los eucaliptos ni la casuarina son adecuadas para controlar la erosión, pues se trata de especies con crecimiento de follaje ralo, aunado a que evitan el establecimiento del manto herbáceo, bien sea a través de la producción de sustancias alelopáticas (del Moral y Muller, 1969, 1970; Mac Laren, 1983), por competencia por agua, o por ambos procesos (Stein, 1952; Story, 1967). Asimismo, aún cuando se menciona que los eucaliptos bajo ciertas condiciones ambientales especiales puede formar materia orgánica con buenas características (humus Mull), y que la casuarina presenta asociación con micorrizas, en ambas la descomposición de hojarasca es difícil debido a la presencia de taninos (Lamprecht, 1990), y en particular en los eucaliptos por la presencia de sustancias químicas con radicales fenólicos (Liani, 1959; Poore y Fries, 1987). Una situación parecida ocurre en *P. radiata*, ya que en suelos con pH ácido se dificulta la descomposición de su hojarasca (Lamprecht, 1990). Todos estos factores pueden retardar la restauración de las propiedades del suelo. Finalmente, también se tienen que tomar en cuenta las demandas de agua que tienen las especies de eucalipto, lo cual puede afectar aún más las ya deficientes condiciones de contenido de humedad en que quedan los sitios deforestados, situación que también limita el desarrollo de micorrizas para el caso de *C. equisetifolia* (Stein, 1952; Poore y Fries, 1987; Ben Salem y van Tran, 1989; Lamprecht, 1990).

Es necesario reconocer que con programas de manejo adecuados, la producción de estas especies en algunos sitios apropiados podría generar excedentes económicos, lo que implicaría fuertes gastos en agroquímicos (fertilizantes e insecticidas) e intensos cuidados silvícolas (Ngulube, 1989). Sin embargo, el problema histórico de la extracción forestal en la región permanece empantanado y es poco factible darle uso a este tipo de plantaciones, pues los

aserraderos privados prefieren extraer las especies nativas con valor comercial. Asimismo, no hay que perder de vista que las plantaciones de estas especies no contribuyen a subsanar los problemas de combustible, lo cual se debe a factores culturales de disponibilidad y preferencia por especies nativas con buena calidad leñera (Arias-Chalico, 1993) así como al poco éxito de las plantaciones.

CONCLUSIONES

La falta de éxito en los programas de reforestación en La Montaña es a todas vistas un problema multifactorial. Del análisis efectuado se desprende que las causas principales son: (1) los objetivos no están dirigidos hacia la restauración del ambiente sino a la generación de fuentes de empleo, (2) no se conocen las condiciones de uso ni de deterioro para introducir las especies, (3) se introducen especies inadecuadas, (4) la superficie abarcada es muy pequeña, (5) no se establecen prioridades de las áreas más deterioradas, y (6) su planeación se realiza al margen de las necesidades y los intereses de las comunidades locales.

Esta actividad se enfrenta a varias dificultades, entre las que se presentan las siguientes: (1) la infraestructura se encuentra abandonada o perdida, (2) hay escasa disponibilidad de germoplasma, (3) falta personal capacitado, (4) se carece de programas a largo plazo, y (5) los recursos económicos son escasos. Aunque los aspectos mencionados son específicos para la región de La Montaña, esta problemática se asemeja a la situación de los programas de reforestaciones en todo el país, dado que todos los programas federales y estatales establecidos en cada entidad parten de lineamientos similares y cotidianamente son desempeñadas por las mismas instituciones (Anónimo, 1978b; 1978c; 1978d; González-Pacheco et al., 1985; Anónimo, 1995).

Esto señala que no existe una metodología sólida para avanzar en la rehabilitación de las áreas deterioradas, lo cual no es exclusivo de La Montaña, sino que es reflejo del enorme vacío que se presenta en torno a esta temática en México. Tal situación es dramática si se considera, por un lado, la gran necesidad de

reforestar dadas las tasas actuales de deforestación y la deforestación acumulada, y por otro, la ineficiencia de las prácticas de reforestación.

Es innegable que a últimas fechas la preocupación por la problemática ambiental ha permeado en todos los niveles de la sociedad y los gobernantes. Sin embargo, aunque se han implementado algunas estrategias que tratan de contrarrestar la pérdida de nuestros recursos, éstas no han sido ni suficientes ni las más eficaces para revertir el deterioro. Por ello, incidir en la reversión de estas tendencias requiere de la elaboración de programas de reforestación con objetivos precisos, en donde se tome en cuenta factores tales como el tipo de deterioro según la condición ambiental y el manejo, la incorporación de especies útiles adecuadas a las condiciones ambientales particulares, la rehabilitación o el establecimiento de viveros que contemplen la investigación y experimentación con especies nativas, la formación de bancos de germoplasma nativos en las regiones, la capacitación a técnicos y campesinos, la reconsideración de la lógica de producción campesina y su experiencia tradicional, la implementación de reformas financieras e institucionales, y la participación de, y vinculación con, organizaciones sociales.

México tiene los recursos biológicos suficientes para hacer frente a esta situación. Sin embargo, se requiere de un compromiso de las instituciones de investigación para generar y adecuar técnicas que permitan evaluar la magnitud del deterioro, y la propagación masiva de especies nativas susceptibles de utilizarse con distintos fines, y con posibilidades de adaptarse a los distintos tipos de degradación.

Para conseguirlo, es necesario dar alta prioridad a los estudios de la biología de las especies nacionales que generen las mejores técnicas para su colecta, preservación, propagación masiva y establecimiento exitoso. Hacer llegar estos conocimientos a las instituciones y organizaciones encargadas de realizar la reforestación, lo cual implica hacer accesible esta información a un público menos especializado; así como capacitar al personal que

coordina a los cuadros que realizarán la reforestación, todas son tareas impostergables .

Agradecimientos

Agradecemos a la Antropóloga Yolanda Hernández Franco su valiosa colaboración en el diseño y aplicación de entrevistas. Al Dr. Jorge Meave del Castillo la cuidadosa revisión e invaluable sugerencias aportadas a este documento. Finalmente, no por ello menos importante, a los campesinos, técnicos y funcionarios que colaboraron en las entrevistas y recorridos de campo.

LITERATURA CITADA.

- Anónimo. 1972. La Comisión del Río Balsas. ¿Qué es?, ¿Qué hace?, ¿Cómo funciona?. Comisión del Río Balsas. México, D. F. (MIMEOGRAFIADO).
- Anónimo. 1974. Informe de Labores, Diciembre de 1970 a Junio de 1974. Comisión de la Cuenca del Río Balsas - Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D.F. (MIMEOGRAFIADO).
- Anónimo. 1978a. Región Montaña de Guerrero. Programas Integrados. Zona Mixteca. COPLAMAR. Vol. 21. México, D. F. 309 p.
- Anónimo. 1978b. Región Ixtlera Candelillera de Durango. Programas Integrados. Zona Ixtlera candelillera, Durango. COPLAMAR. Vol.3. México, D. F. 210 p.
- Anónimo. 1978c. Zona Lacandona Chiapas. Programas Integrados. Zona Maya. COPLAMAR. Vol. 19. México, D. F. 190 p.
- Anónimo. 1978d. Zona Costa Chica de Michoacan. Programas Integrados. Zona Mixteca. COPLAMAR. Vol. 24. México, D.F. 180 p.
- Anónimo. 1980. Informe Anual. Centro Coordinador Indigenista (CCI) Tlapaneco. COPLAMAR - INI. (MIMEOGRAFIADO).
- Anónimo. 1982. Programa de Desarrollo Integral de la Montaña de Guerrero. Informe 1977-1982. COPLAMAR - INI. (MIMEOGRAFIADO).
- Anónimo. 1985. Programa Integrado de la Mixteca Guerrerense. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) (MIMEOGRAFIADO). 50 p.
- Anónimo 1987a. Plan Guerrero. Planeación Regional Estatal (1982-1985). Antología de la Planeación en México 1917 - 1985. Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). Vol. 16. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 1239 p.
- Anónimo. 1987b. Informe de Avances del Programa de Reforestación, Región Montaña. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Distrito de Desarrollo 05. (MIMEOGRAFIADO). 3 p.
- Anónimo. 1988. Informe de Avances del Programa de Reforestación, Región Montaña. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Distrito de Desarrollo 05. (MIMEOGRAFIADO). 4 p.
- Anónimo. 1989. Informe de Avances del Programa de Reforestación, Región Montaña. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Distrito de Desarrollo 05. (MIMEOGRAFIADO). 3 p.
- Anónimo. 1990. Informe de Avances del Programa de Reforestación,

- Región Montaña. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Distrito de Desarrollo 05. (MIMEOGRAFIADO). 1 p.
- Anónimo. 1991. Informe de Avances del Programa de Reforestación, Región Montaña. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Distrito de Desarrollo 05 y Organización de las Naciones Unidas. (MIMEOGRAFIADO). 4 p.
- Anónimo. 1992a. Comité de Coordinación y Programación del Proyecto de Desarrollo Rural. UNDCP - ONU. Actividades del Proyecto. (MIMEOGRAFIADO). 12 p.
- Anónimo. 1992b. Informe de Avances del Programa de Reforestación, Región Montaña. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Distrito de Desarrollo 05 y Organización de las Naciones Unidas. (MIMEOGRAFIADO). 4 p.
- Anónimo. 1992c. Proyecto Producción de Plantas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Distrito de Desarrollo 05. (MIMEOGRAFIADO). 10 p.
- Anónimo. 1995. Informe Final del Programa Nacional de Reforestación de los Años de 1990 a 1994. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/Subsecretaría Forestal/Dirección General de Protección Forestal. 220 p.
- Arias-Chalico, T. 1993. Manejo y Consumo de Leña en un Municipio Rural de Subsistencia: Alcozauca, Guerrero. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 128 p.
- Arteaga, B., J. Etchevers y V. Volke. 1985. Diagnóstico del estado nutricional de plantaciones forestales: deficiencias nutricionales de Pinus radiata D. Don en Ayototxtla, Guerrero. Agrociencia, 60: 61-73.
- Barkin, D. y T. King. 1970. Desarrollo Económico Regional. Enfoque por Cuencas Hidrológicas de México. Siglo XXI, México, D.F. 267 p.
- Ben Salem, B. y N. van Tran. 1989. La producción de leña en los sistemas agrícolas tradicionales. Unasylva, 33: 13-18.
- Betanzos Arellano, P. 1974. La Región Mixteca-Tlapaneca: Análisis Socioeconómico y Bases para su Desarrollo. Tesis Profesional (Economía). Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Carabias, J. y L. Arizpe. 1993. El deterioro ambiental: cambios nacionales, cambios globales. pp. 43-59. En: Azuela, A., J. Carabias, E. Provencio y G. Quadri (Eds.). Desarrollo Sustentable. Hacia una Política Ambiental. UNAM. México, D.F.
- Carabias, J., Provencio, E. y C. Toledo. 1993. Cultura tradicional y aprovechamiento integral de recursos naturales en tres regiones indígenas de México. pp. 741-773. EN: Leef, E. y J. Carabias (Coords). Cultura y Manejo de Recursos Naturales Renovables. CII-UNAM y Porrúa. México, D.F.
- Carabias, J., Provencio, E. y C. Toledo. 1994. Manejo de Recursos Naturales y Pobreza Rural. UNAM y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- del Moral, R., C.H. Muller. 1969. Fog drip: a mechanism of toxin transport from Eucalyptus globulus. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 96: 467-475.

- del Moral, R., C.H. Muller. 1970. The allelopathic effects of Eucalyptus camaldulensis. American Midland Naturalist. 83: 254-282.
- Etchevers, J. y V. Volke. 1985. Influencia de las características fisiográficas y edáficas en el crecimiento de Pinus radiata D. Don en Ayotoxtla, Guerrero. Agrociencia, 60: 109-121.
- Flores, F. 1990. Análisis de las Terrazas en la Montaña de Guerrero desde un Punto de Vista Técnico, Económico y Social. Tesis Profesional (Ingeniero Agrónomo). Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 104 p.
- González-Pacheco, C, A.I. Batíz, J.A. Castillo y R. Carbajal. 1985. La Reforestación y los Viveros en México (Informe presentado a la Dirección General de Protección y Restauración Ecológica). Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM y SEDUE. México, D.F.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos: los Ecosistemas Forestales en los Bosques Tropicales y sus Especies Arbóreas: Posibilidades y Métodos para un Aprovechamiento Sostenido. (GTZ) GmbH. República Federal de Alemania. pp. 326.
- Landa, R. M. A. 1992. Evaluación del Deterioro Ambiental en la Montaña de Guerrero. Tesis (Maestría en Ciencias). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 105 p.
- Liani, W.P. 1959. Ulteriori indagini sui terreni coltivati ad eucalitti (I: Ricerche chimico fisiche). Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale. Roma. 2: 193-201 Maserà, O., M. J. Ordoñez, y R. Dirzo. 1992. Carbon Emissions from Deforestation in Mexico: Current Situation and Long-term Scenarios. IN: W. Makundi and J. Sathaye (Eds.). Carbon Emission and Sequestration in Forest: Case Studies from Seven Developing Countries: Summary. Lawrence Berkeley Laboratory Report # LBL-32665, University of California, Berkeley, California.
- Maclaren, P. 1983. Chemical welfare in the forest. A review of allelopathy with regard to New Zeland. New Zeland Journal of Forestry. 28: 73-92.
- Ngulube, M. 1989. Seed germination, seedling growth and biomass productions of eight Central-American multipurpose trees under nursery conditions in Zomba, Malawi. Forest Ecology and Management. 27: 21-27.
- Poore, M. D. E. y Fries, C. 1987. Efectos Ecológicos de los Eucaliptos. FAO. Roma. pp. 106.
- Stein, A.H. 1952. La Misión Forestal de la FAO. Santiago de Chile. FAO Documento No. 9.
- Story, R. 1967. Pasture patterns and associated soil water in partially cleared woodland. Australian Journal of Botany. 15:175-187.
- Toledo, V., J. Carabias, C. Toledo y C. González-Pacheco. 1989. La Producción Rural en México: Alternativas Ecológicas. Fundación Universo Veintiuno, A. C. México, D. F. 402 pp.

Anexo II.1

CÉDULA de Reforestación (Técnicos y Campesinos)

DEPENDENCIA _____

NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL PROGRAMA FORESTAL: _____

NOMBRE DEL ENTREVISTADO: _____

1. LLEVAN A CABO REFORESTACIÓN EN LA REGIÓN?

1.1 DESDE CUANDO LA REALIZAN?

1.2 PORQUÉ SE LLEVA A CABO?

1.3 QUÉ ESPECIES UTILIZAN Y PORQUÉ?

1.4 EN QUÉ LUGARES?

1.5 PORQUÉ ELIJO EN ESOS LUGARES?

1.6 DE DÓNDE OBTIENEN LAS PLANTAS PARA LA REFORESTACIÓN?

1.7 PARTICIPA LA POBLACIÓN? DE QUÉ FORMA?

1.8 CÓMO ES LA RELACIÓN CON LA POBLACIÓN?

2. QUÉ OBJETIVOS PERSIGUE EL PROGRAMA DE REFORESTACIÓN?

3. QUÉ PROBLEMAS HAN ENFRENTADO EN LA REFORESTACIÓN Y PORQUÉ? CÓMO LOS HAN SOLUCIONADO?

continuación Anexo II.1

4. HAN REALIZADO EVALUACIONES SOBRE EL IMPACTO DE LA REFORESTACIÓN?

5. EN QUÉ CONSISTEN ESAS EVALUACIONES?

6. LAS ESPECIES QUE UTILIZAN SON LAS MÁS ADECUADAS? _____

7. PORQUÉ?

8. DESDE QUE USTED SE HIZO RESPONSABLE DE ESTE PROGRAMA, CUÁNTOS VIVEROS HAN OPERADO EN LA REGIÓN Y A QUÉ PROGRAMAS HAN ABASTECIDO?

8.1 CUÁNDO INICIÓ CADA UNO DE LOS VIVEROS?

8.2 CUÁLES ERAN LOS OBJETIVOS A CUBRIR CON ESTOS VIVEROS?

8.3 CÓMO OPERARON?

8.4 QUÉ ESPECIES PROPAGARON Y PORQUÉ?

A) FRUTALES _____	C) FORESTALES _____
_____	_____
B) ORNATOS _____	D) OTROS _____
_____	_____

8.5 PORQUÉ DEJARON DE OPERAR LOS VIVEROS?

9. DE LOS VIVEROS QUE ESTÁN ACTUALMENTE OPERANDO, NOS PODRÍA DECIR:

9.1 AÑO DE INICIO: _____

continuación Anexo II.1

9.2 INFRAESTRUCTURA CON QUE CUENTAN LOS VIVEROS (ESPECIFIQUE):

9.3 DÓNDE ESTÁN UBICADOS Y PORQUÉ?

9.4 ESPECIES QUE UTILIZAN Y PORQUÉ?

9.5 LAS ESPECIES QUE SE PROPAGAN SE OBTIENEN POR SEMILLA O POR ESPECIE? (INDIQUE LAS ESPECIES)

9.6 DE DÓNDE SE OBTIENEN LOS PROPAGULOS DE ESTAS ESPECIES? (SE COMPRAN, SE LAS DONAN, SON COLECTADAS, EXPLIQUE)

9.7 CÓMO SE DISTRIBUYEN LAS PLANTAS?

9.8 PARA QUÉ TIPO DE REFORESTACIÓN SE DESTINAN Y PORQUÉ? (ÁREAS ABANDONADAS, ASENTAMIENTO POBLACIONAL, ÁREAS EN CONCESIÓN PARA APROVECHAMIENTO FORESTAL MADERABLE, ETC.)

9.9 CUÁL ES EL CRITERIO DE SELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS A LOS PROBLEMAS QUE ASISTEN?

continuación Anexo II.1

9.10 PARTICIPA LA POBLACIÓN EN EL VIVERO? DE QUÉ FORMA?

9.11 CUÁLES SON LOS PRINCIPALES PROBLEMAS A LOS QUE SE ENFRENTAN EN LA OPERACIÓN DEL (OS) VIVERO (S), CÓMO PODRÍAN RESOLVERLOS?

Anexo II.2

REFORESTACIÓN CÉDULA DE INFORMACIÓN (FUNCIONARIOS)

1. Desde cuándo comenzó a trabajar esta dependencia en la región? _____
2. Hace cuánto tiempo se iniciaron, en la Montaña, los programas de reforestación que lleva a cabo esta dependencia? _____
3. Cuánta superficie se ha abarcado? _____

4. En qué han consistido los programas de reforestación en la región?

PERIODO

ACCIÓN

_____	_____
_____	_____
_____	_____

- 4.1 En qué municipios y localidades se ha reforestado?

MUNICIPIO

LOCALIDADES

LOCALIDADES

LOCALIDADES

_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

- 4.2 Qué especies se introdujeron?

NOMBRE COMÚN

NOMBRE CIENTÍFICO

_____	_____
_____	_____
_____	_____

- 4.3 Cuáles son las densidades?

- 4.4 Cuáles son las áreas?

Hectáreas:

5. Hubo asistencia técnica y manejo de la plantación en las zonas reforestadas? _____
De qué tipo? _____

_____	_____
_____	_____
_____	_____

continuación Anexo II.2

6. Cómo se ha dado el seguimiento:

-A los viveros

-A las zonas reforestadas

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

7. Cómo se iniciaron los trabajos con las comunidades? _____

7.1 Cómo se dio la relación con las comunidades? _____

7.2 Se dio alguna forma de pago?

Cómo es ahora?

-Dinero: _____

-Especie: _____

-Otro: _____

7.3 Cómo funcionaban los viveros?

Cómo funcionan ahora?

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

8. En base a qué se hace la selección de localidades: _____

9. En base a qué se hace la selección del espacio para reforestar?

_____	_____	_____
_____	_____	_____

10. Cómo se ha evaluado en:

- Los viveros

_____	_____	_____
_____	_____	_____

- En las zonas reforestadas

_____	_____	_____
_____	_____	_____

continuación Anexo II.2

11. Cómo se lleva a cabo la reforestación en una zona?

_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

12. Cuál es la infraestructura con la que cuentan los viveros?

_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Anexo II.3

**REFORESTACIÓN
CÉDULA DE INFORMACIÓN**
DEPENDENCIA ONU

1. ¿COMO SE LLEGÓ A DETECTAR A LA REGIÓN DE LA MONTAÑA?

2. ¿CUÁNDO SE INICIA EL PROGRAMA DE LA ONU? _____

2.1 BAJO QUÉ PROGRAMAS: _____

2.2 CÓMO SE DA EL FINANCIAMIENTO EN MATERIA FORESTAL:

DINERO _____	ESPECIE _____	INFRAESTRUCTURA _____	OTRO _____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

2.2.1 A TRAVÉS DE QUIÉN SE EJECUTA:

DEPENDENCIA	AYUNTAMIENTO	COMUNIDAD	ORGANIZACIÓN	OTRO/CUÁL
VIVER _____	_____	_____	_____	_____
REHAB _____	_____	_____	_____	_____
REFOR _____	_____	_____	_____	_____
OTRO _____	_____	_____	_____	_____

3. CUÁLES SON LAS INSTITUCIONES CON LAS QUE SE HA VINCULADO, METAS Y PRESUPUESTO:

INSTITUCIÓN	METAS	%	PRESUPUESTO MILES	MILLONES \$	PERIODO
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

4. CUÁLES FUERON LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN DE SITIOS EN LA REGIÓN:

5. CUÁLES HAN SIDO LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS ESPECIES:

continuación Anexo II.3

6. CÓMO SE ESTÁ LLEVANDO A CABO EL SEGUIMIENTO DE ESTOS PROGRAMAS:

- a)
- b)
- c)
- d)

7. CÓMO SE PROPONEN REALIZAR LAS EVALUACIONES DE LOS PROGRAMAS FORESTALES:

8. CUÁLES SON LOS OBJETIVOS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO:

CORTO	MEDIANO	LARGO
<hr/>	<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>	<hr/>

9. CUÁNTO ES EL TIEMPO QUE HA PROGRAMADO PERMANECER LA ONU EN LA REGIÓN DE LA MONTAÑA Y PORQUÉ:

10. HACIA QUÉ DEPENDENCIA Y/O COMUNIDADES SE VA A CANALIZAR EL FINANCIAMIENTO FORESTAL:

DEPENDENCIA	MPIO/COMUNIDAD	METAS A CUBRIR	PRESUPUESTO	ESPECIES A INTRODUCIR	TIPO DE ACCIÓN
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>

11. CÓMO SE HAN ABASTECIDO LAS PLANTAS, Y CÓMO SE VAN A ABASTECER PARA LAS SIGUIENTES ACCIONES?

12. CUÁNDO COMENZÓ A FUNCIONAR EL NUEVO VIVERO SARH/ONU: _____

12.1 CÓMO ESTÁ FUNCIONANDO: _____

12.2 QUÉ RESULTADOS SE HAN OBTENIDO: _____

12.3 CUÁL ES LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN: _____

12.4 QUÉ PORCENTAJE ESTÁ FUNCIONANDO: _____

13. CUÁL ES LA INFRAESTRUCTURA CON LA QUE CUENTA: _____

CAPITULO III

SEED GERMINATION OF WOODY LEGUMES FROM DECIDUOUS TROPICAL FOREST SOUTHERN MEXICO.

En prensa Forest Ecology and Management 3671 (1996)

III. SEED GERMINATION OF WOODY LEGUMES FROM DECIDUOUS TROPICAL FOREST OF SOUTHERN MEXICO.

Virginia Cervantes, Julia Carabias and Carlos Vázquez-Yanes.

ABSTRACT

Seed germination experiments were conducted on six woody leguminous species which are widely used by rural inhabitants of a mountainous tropical subhumid region in southern Mexico. Conditions for optimum germination were sought in nursery conditions by applying various hot water treatments (1 min, 3 min, 5 min and 10 min boiling water) and scarification to seeds differing storage duration. *Lysiloma divaricata* germinated promptly without any treatment. *Leucaena esculenta* and *L. macrophylla* seeds germinated more readily after boiling (1 min), regardless of storage duration. *Acacia* species (*A. cochliacantha*, *A. farnesiana* and *A. pennatula*) had optimum germination with scarification treatments for all storage durations, while short-time boiling (1 min, 3 min) of their seeds increased germination only moderately. Seeds of species typical of primary vegetation lost viability sooner than those of species more frequent in disturbed areas. From these results, seed handling routines and germination pre-treatments practices can be derived for these species, all of which can potentially be used in reforestation on degraded soils.

Key words: Dormancy; Hard coated seeds; Scarification; Seed storage; Viability

1. INTRODUCTION

Numerous commercially important products and consumption goods such as timber, firewood, charcoal, tannin, gums, scents, fodder, and twigs and seeds for human nourishment are obtained from plants that belong in the Fabaceae family (Cavanagh, 1980; Bishop, 1983). In addition to these benefits, legumes are essential in reforestation programmes in tropical regions due to their enriching effects in the soils on which they grow (Dijkman, 1950; Cobbina et al., 1989).

In terms of species numbers, the Fabaceae is one of the best

represented plant families in the Mexican flora. However, few efforts have been made to determine the germinative response of legumes in this country, even though this information may become the basis for accomplishing easy massive propagation. Degraded and eroded soils currently dominate much of the landscape in tropical and subtropical subhumid mountainous regions of Mexico. These conditions emphasizes the need for better knowledge on the numerous aspects of the biology and handling techniques of woody legumes, including simple methods for promoting seed germination, and seed storage under uncontrolled local environmental conditions.

Many leguminous seeds have long dormancy periods induced by the presence of a hard waterproof coat, but the nature of the hard coat related dormancy is species-specific. The following mechanisms are known to prevent seed germination among species of this kind: (1) interference with water absorption and gas exchange, (2) presence of chemical inhibitors, (3) modification of the light spectrum impinging upon the embryo, and (4) mechanical restrictions (Bewley & Black, 1982; Tran and Cavanagh, 1984). Of these, the impedance of water entrance into the seed is the most common cause of delays in seed germination (Ballard, 1973; Rolston, 1978; Cavanagh, 1980). The impossibility of water to penetrate into the seed is determined by the presence of two structures: a waterproof layer of suberized sclereids in the coat, and the lens or striophilus which blocks the hilum; both can be damaged by heating or abrasion, thus allowing seed rehydration and germination (Spurny, 1972; Tran and Cavanagh, 1984). Among legumes, damaging the coat or the striophilus usually results in the breakage of dormancy; the most widely used pre-germination treatments are short lasting immersions of the seeds in boiling water (hot water) or exposure to dry heat, as well as mechanical abrasion (scarification) or piercing of the coat (Rolston, 1978).

From an ecological standpoint, seed coat resistance to water penetration is thought to have a great value in maintaining the populations of these plants under seasonally unfavourable climatic conditions. In natural conditions, this feature favours seeds of

this kind not only because it renders them viable in the soil for long periods, but also because seeds can become permeable to water and germinate at periodic intervals during the favourable season (Williams and Elliot, 1960).

The general purpose of this study was to evaluate the feasibility of mass propagation of six legume species commonly used by local inhabitants in a tropical deciduous forest region in Mexico, through the analysis of their germinative response. This was done by: (1) determining the presence of dormancy, (2) examining seed viability in storage in the shade at local temperatures, and (3) investigating treatments triggering optimal germination responses.

2. Materials and Methods

2.1. Seed provenance

The study was carried out with seeds collected at the Amapilca "ejido" (a unit of communal landownership), Alcozauca municipality, Guerrero State, Mexico (17°N, 98°W). Amapilca spreads over an altitudinal gradient between 1250 and 1880 m a.s.l. The climate may be classified as semi-hot, sub-humid (García, 1981). The monthly thermic oscillation is small and it never freezes; mean annual temperature is 20.4°C and mean annual precipitation is 846 mm. The dry season extends from November to April, and the rainy season from May to October. The vegetation that characterizes most of the region is low tropical deciduous forest (Rzedowski, 1978).

Maximum representation of genetic variability was ensured by picking mature pods directly from randomly chosen plants along the entire altitudinal and climatic gradient where the plants grow within the ejido. Seeds were taken out from the pods and air-dried in the shade for 20 days; those with a healthy appearance were selected and stored in hermetically closed flasks which were kept in the dark at local temperature conditions (20-23°C). The time during which seeds were stored will hereafter be referred to simply as storage.

2.2. Seed treatments

Hot water was carried out by dipping the seeds in boiling

water for periods of 1 min, 3 min, 5 min and 10 min. Scarification was carried out by scratching the seed coat with an abrasive stone until the surface of the coat was partially eliminated. These treatments were applied to seeds to which had been collected and stored for different times; for this reason each storage time corresponded to several crops, for each species (Table III.1). While the combination of the two factors produced a maximum number of combinations, this was not the same for all species because seed availability differed between them. This was mainly because there was not enough germplasm to obtain the same storage values for all (Table III.1).

2.3. Experiments and data analysis

In the field, seeds were germinated on a layer of local surface soil in wooden, rectangular flat boxes placed in the shade. The soil was kept continuously moist. For each species (and the respective treatments), three replicates of 30 seeds were used. Once germination started, data were gathered daily until no more seeds germinated. Data analyses were based on the calculation and comparisons of the following variables (Côme 1968): (1) germination capacity (GC), the maximum percentage of seeds capable of germinating under optimal conditions; (2) Kotowski's velocity coefficient (VC), which is a measure of the distribution of germination regarding the number of seed germinated in time; (3) dormancy duration (DD), which is the time elapsed before germination starts.

The experiments were based on two factors and two response variables (i.e. storage and treatment on germinative ability and germination velocity). ANOVAs for factorial designs were used, in which storage was factor 1 and treatment was factor 2 (Table III.1). Both response variables were measured as percentages, thus GC and VC data required an arcsine transformation. Orthogonal contrast tests were performed for Acacia species, in order to assess the significance of some differences between treatments. DD was used to analyze the effect of the dormancy breakage treatments. DD, VC, together with graphs of daily and cumulative percent germination,

Table III.1. Summary of treatments applied in the study of the germination of six legume species in Amapilca, Guerrero, México.

STORAGE DURATION	CONTROL	TREATMENT				
		HOT WATER				SCARIFICATION
		1min	3 min	5 min	10 min	
3 months	AC,AP,LD	AC,AP,LD	AC,AP	AC,AP	AC,AP	AC,AP
1 years	AC,AF,AP, LE,LD	AC,AF,AP LE,LD	AC,AF, AP	AC,AF, AP	AC,AF, AP	AC,AF, AP
2 years	AC,AF,AP, LD	AC,AF,AP, LD	AC,AF, AP	AC,AF, AP	AC,AF, AP	AC,AF, AP
3 years	AC,AF,LE LM,LD	AC,AF,LE, LM,LD	AC,AF	AC,AF	AC,AF	AC,AF
4 years	AC,LM,LD	AC,LM,LD	AC	AC	AC	AC
5 years	AC,AP,LM LD	AC,AP,LM, LD	AC,AP	AC,AP	AC,AP	AC,AP

Letters indicate species as follows: AC = Acacia cochliacantha H. & B. ex Willd.; AF = A. farnesiana (L.) Willd.; AP = A. pennatula (Schl. & Cham.) Standl.; LE = Leucaena esculenta (DC.) Benth.; LM = Leucaena macrophylla Benth.; LD = Lysiloma divaricata (Jacq.) Macbr.

indicated the resistance to and uniformity of germination.

To obtain more information on germination rates and uniformity, as well as to compare the results for VC and DD, the data were used to calculate two more indices: Gordon (1971) index of resistance to germination (t), which is a weighted measure of germination, and Nickols and Heydecker (1968) germination uniformity coefficient (GUC), which is related to the variance of time to germination.

3. RESULTS

3.1. Acacia species.

For all species of this genus, scarification had the greatest effects on GC (Table III.2 and III.3). Boiling was not very effective in promoting germination, and long boiling periods had deleterious effects, the magnitude of which was species-dependent.

Dormancy was most effectively broken with scarification for the three Acacia species. This treatment produced the shortest dormancy period for them (Table III.4).

3.2. Acacia cochliacantha

The largest number of germinated seeds was obtained by applying scarification (Table III.3, Appendix IIIA); the 3 min and 1 min boiling treatments also resulted in a significant albeit small increase in GC (Table III.3, Appendix IIIA).

The analysis of the interaction also revealed a significant relationship between scarification and storage: the crop stored for 3 years to which scarification was applied had the highest GC (Table III.3, Appendix IIIB).

For this species, only factor treatment had a significant effect on VC (Table III.2). Both 1 min boiling and scarification significantly stimulated VC, although the fastest germination resulted from scarification (Table III.3, Appendix IIIA).

3.2. Acacia farnesiana

The factor treatment had a significant effect on GC (Table III.2). All treatments produced significantly greater GC values than the control, but the scarification and 1 min boiling were the most effective in inducing germination (Table III.3, Appendix

Table III.2. The effects of storage duration, treatment, and their interaction, on germination capacity (GC) and velocity coefficient (VC) for six legume species in Amapilca, Guerrero, México. ($p < 0.05$).

SPECIES		S T O R A G E		T R E A T M E N T		I N T E R A C T I O N	
		F	P	F	P	F	P
<u>Acacia cochliacantha</u>	CG	3.905	0.0035	2.18	0.0000	5.013	0.0000
	VC	2.103	n.s.	10.817	0.0000	1.349	n.s.
<u>Acacia farnesiana</u>	CG	2.449	n.s.	49.597	0.0000	3.986	0.0010
	VC	0.340	n.s.	9.949	0.0000	0.505	n.s.
<u>Acacia pennatula</u>	CG	20.282	0.0000	58.664	0.0000	5.656	0.0000
	VC	7.077	0.0005	11.399	0.0000	2.900	0.0026
<u>Leucaena esculenta</u>	CG	2.426	n.s.	12.275	0.0080	0.444	n.s.
	VC	3.687	n.s.	49.773	0.0001	6.518	0.0340
<u>Leucaena macrophylla</u>	CG	0.758	n.s.	1.793	n.s.	0.070	n.s.
	VC	0.403	n.s.	0.622	n.s.	1.757	n.s.
<u>Lysiloma divaricata</u>	CG	23.239	0.0000	331.376	0.0000	8.657	0.0001
	VC	1.619	n.s.	43.055	0.0000	3.041	0.0289

Table III.3. Effect of storage duration and treatment (boiling time and scarification) on germination capacity (GC) and velocity germination coefficient (VC), of the *Acacia* species in Amapilca, Guerrero, Mexico. Values are average and standar desviation.

FACTORS		<i>A. cochliacantha</i>		<i>A. farnesiana</i>		<i>A. pennatula</i>	
STORAGE	TREATMENTS	GC %	VC %	GC %	VC %	GC %	VC %
1 mo	CONTROL	2.22 ± 1.92	2.41 ± 2.09			2.22 ± 3.85	1.51 ± 2.62
	1 min	11.11 ± 5.09	3.44 ± 0.46			3.33 ± 3.33	2.88 ± 2.51
	3 min	9.33 ± 3.33	2.05 ± 1.81			7.77 ± 7.7	3.54 ± 0.19
	5 min	2.22 ± 1.92	2.56 ± 2.50			17.78 ± 8.39	5.09 ± 1
	10 min	5.56 ± 5.09	2.21 ± 2.21			33.33 ± 17.6	4.70 ± 0.21
	SCARIFICATION	75.56 ± 15.4	7.03 ± 0.38			79.99 ± 16.4	7.36 ± 0.75
1 yr	CONTROL	6.66 ± 5.77	3.59 ± 3.19	7.78 ± 1.92	3.7 ± 0.56	2.22 ± 1.92	4.01 ± 3.86
	1 min	11.11 ± 7.70	4.52 ± 8.68	56.66 ± 23.3	6.15 ± 0.42	31.11 ± 5.09	5.80 ± 0.35
	3 min	1.11 ± 1.92	2.77 ± 4.80	78.89 ± 9.62	6.73 ± 0.32	41.11 ± 12.6	5.25 ± 0.42
	5 min	1.11 ± 1.92	1.58 ± 2.75	80.0 ± 17.6	6.99 ± 8.82	31.11 ± 6.94	5.08 ± 0.30
	10 min	2.22 ± 1.92	7.64 ± 8.42	60.0 ± 17.6	6.40 ± 0.35	10.0 ± 3.3	4.81 ± 0.55
	SCARIFICATION	73.33 ± 3.33	6.96 ± 0.69	98.89 ± 1.92	8.81 ± 0.50	70.0 ± 3.3	7.03 ± 0.55
2 yr	CONTROL	1.11 ± 1.92	1.19 ± 2.06	7.78 ± 6.94	3.79 ± 3.31	8.89 ± 3.84	6.20 ± 1.94
	1 min	20.00 ± 3.33	3.58 ± 0.23	78.89 ± 5.09	6.28 ± 8.23	13.33 ± 6.66	6.82 ± 2.04
	3 min	6.67 ± 3.33	4.70 ± 1.04	73.33 ± 12.0	6.08 ± 0.36	42.22 ± 13.9	8.76 ± 2.46
	5 min	15.56 ± 1.93	3.83 ± 0.42	55.55 ± 6.94	6.28 ± 0.20	51.11 ± 15.4	7.26 ± 1.73
	10 min	-----	-----	37.78 ± 11.7	6.94 ± 0.54	60.0 ± 24.0	8.36 ± 0.95
	SCARIFICATION	76.78 ± 16.4	6.5 ± 0.72	88.89 ± 9.62	10.02 ± 0.85	75.55 ± 13.9	8.03 ± 0.79
3 yr	CONTROL	2.22 ± 1.92	2.4 ± 2.38	14.44 ± 18.2	4.30 ± 1.47		
	1 min	2.22 ± 3.84	1.25 ± 2.18	94.44 ± 5.09	6.02 ± 0.25		
	3 min	1.11 ± 3.92	2.77 ± 4.79	67.78 ± 1.92	5.63 ± 0.74		
	5 min	-----	-----	44.44 ± 18.9	5.86 ± 0.59		
	10 min	-----	-----	23.33 ± 10	5.63 ± 1.82		
	SCARIFICATION	94.44 ± 5.09	6.62 ± 1.78	95.55 ± 3.85	8.75 ± 0.32		
4 yr	CONTROL	1.11 ± 1.92	1.52 ± 2.63				
	1 min	9.99 ± 5.77	3.61 ± 0.79				
	3 min	14.44 ± 5.09	3.11 ± 0.48				
	5 min	3.33 ± 3.33	2.06 ± 1.79				
	10 min	-----	-----				
	SCARIFICATION	76.66 ± 5.77	7.94 ± 0.43				
5 yr	CONTROL	7.78 ± 1.92	5.52 ± 8.16			-----	-----
	1 min	27.78 ± 10.2	5.46 ± 0.18			28.89 ± 16.8	8.77 ± 2.18
	3 min	29.99 ± 6.66	5.28 ± 0.07			11.11 ± 7.7	8.34 ± 3.23
	5 min	-----	-----			8.89 ± 3.8	9.70 ± 3.98
	10 min	-----	-----			4.44 ± 3.8	2.99 ± 2.60
	SCARIFICATION	78.88 ± 7.69	8.01 ± 0.97			60.0 ± 13.3	9.64 ± 0.29

Table III.4. Effect of storage and treatment (boiling time and scarification) on duration of dormancy (DD), resistance to germination (t), and germination uniformity coefficient (GUC), in the *Acacia* species. Values are average for each variable.

FACTORS		<i>A. cochliacantha</i>			<i>A. farnesiana</i>			<i>A. pennatula</i>		
STORAGE	TREATMENTS	DD (days)	t	GUC	DD (days)	t	GUC	DD (days)	t	GUC
	CONTROL	13	21.80	0.0156				11	22.00	0.0082
	1 min	11	28.38	0.0075				20	22.67	0.0237
	3 min	28	31.66	0.8146				22	29.87	0.8282
3 mo	5 min	20	28.58	0.0138				14	28.94	0.0569
	18 min	21	31.68	0.0310				13	21.10	0.0533
	SCARIFICATION	8	14.16	0.0846				7	13.57	0.0837
	CONTROL	13	18.83	0.0400	12	25.00	0.8099	13	17.50	0.0493
	1 min	8	21.00	0.0467	10	16.13	0.0398	9	15.95	0.0574
	3 min	12	12.00	---	10	14.67	0.0503	7	19.11	0.0467
1 yr	5 min	21	21.00	---	11	14.96	0.0545	11	19.86	0.0708
	10 min	6	11.80	0.0402	11	15.81	0.0512	11	20.89	0.0811
	SCARIFICATION	6	14.43	0.0690	7	11.38	0.2705	7	14.19	0.0447
	CONTROL	28	28.00	---	11	17.86	0.0276	12	17.00	0.0273
	1 min	17	27.37	0.0204	9	15.87	0.0444	11	14.67	0.0592
	3 min	12	23.17	0.0217	10	16.45	0.0781	7	12.79	0.0464
2 yr	5 min	10	26.35	0.0184	6	15.88	0.0706	7	14.61	0.8226
	10 min	---	---	---	8	14.28	0.0686	7	11.85	0.0496
	SCARIFICATION	13	15.22	0.8986	5	10.06	0.0643	5	12.65	0.0428
	CONTROL	21	22.50	0.8444	12	20.77	0.0076			
	1 min	26	31.67	0.8186	10	16.64	0.0481			
	3 min	12	12.88	---	12	17.93	0.0458			
3 yr	5 min	---	---	---	11	16.67	0.8374			
	10 min	---	---	---	11	20.43	0.0273			
	SCARIFICATION	8	13.29	0.1164	9	11.43	0.8508			
	CONTROL	22	22.00	---						
	1 min	19	26.88	0.0276						
	3 min	24	31.54	0.0274						
4 yr	5 min	23	32.00	0.0205						
	10 min	---	---	---						
	SCARIFICATION	8	12.57	0.2052						
	CONTROL	13	18.14	0.8865				---	---	---
	1 min	10	18.40	0.0706				7	10.25	0.0422
	3 min	10	18.78	0.8701				8	11.00	0.8892
5 yr	5 min	---	---	---				7	11.75	0.0603
	10 min	---	---	---				22	22.00	---
	SCARIFICATION	9	12.59	0.0901				9	10.33	0.6428

IIIA). The significant of the interaction (Table III.2), indicated that there were significant differences between the crops and boiling time (Table III.3, Appendix IIIB). With longer storage, the response of seeds was inverse to the duration of boiling (Table III.3).

With respect to VC, only scarification had a significant effect (Table III.2). While all treatments significantly stimulated germination velocity to a lesser or greater degree (Table III.3), the fastest germination was induced by scarification (Table III.3, Appendix IIIA).

3.4. Acacia pennatula

Both storage and treatment significantly affected GC (Table III.2). The scarification was significantly more effective than boiling, while each storage treatment produced a different germinative response (Table III.3, Appendix IIIA).

The significant of interaction (Table III.2) indicated that GC increased with increasing boiling duration, the 1 year and 2 year storage crops having the best response to all treatments procedures. In fact, the germination optimum was obtained by combining these storages with scarification (Table III.3, Appendix IIIA). The significant differences between storage groups both for the 1 min and the 3 min boiling treatments (Table 3, Appendix IIIB) indicate that, with the exception of the 2 year storage crop, there is a direct relationship between storage and GC. The inverse pattern was obtained for the crops with 5 year storage (Table III.3, Appendix IIIB).

The ANOVA performed with VC data showed a significant effect of the two studied factors on germination velocity (Table III.2). The fastest mean germination occurred in seeds stored for 2 years, while the slowest was obtained for seeds with shortest storage (Table III.3, Appendix IIIA). The interaction indicated (Table III.2) significant differences between the crops and boiling duration (Table III.3, Appendix IIIB); as storage increased, VC was stimulated by milder treatments, while the opposite took place with more severe treatments, such as 10 min boiling applied to 5 year

old seeds (Table III.3).

3.5. Leucaena esculenta

Only the factor treatment had a significant effect on GC and VC (Table III.2). The 1 min boiling produced significantly greater GC and VC values than the control, regardless of storage (Table III.5, Appendix IIIA).

3.6. Leucaena macrophylla

Trends for this species were similar to those of its congeneric, although no significant effects of the analyzed factors on GC and VC were observed (Tables III.2 and III.5).

For the two Leucaena species, dormancy was most effectively broken with the 1 min boiling, although this result was less clear for L. macrophylla at 5 year storage (Table III.6).

3.7. Lysiloma divaricata

Storage, treatment, and the interaction between the two factors, had significant effects on GC (Table III.2). The 1 min boiling treatment caused a large decrease in GC for seeds of this species (Table III.5). The germinative response also decreased with storage and significant differences occurred between the storage time (Table III.5, Appendix IIIA).

Similarly, the 1 min boiling negatively affected germination velocity (Table III.5). The interaction (Table III.2) indicates that the 1 min boiling was more negative when seeds had a longer storage; the opposite was true for seeds at 3 months storage, for which germination velocity considerably increased (Table III.5).

The dormancy breakage treatment was not effective, the control had the shortest dormancy period (Table III.6).

The results for the index of resistance to germination (t) agree with the findings presented above: the lowest values were generally obtained with the scarification for all Acacia species (Table III.4), and with the 1 min boiling for the two species of Leucaena (Table III.6). In Lysiloma divaricata, the control had the lowest resistance to germination, but only for crops with more storage time (Table III.6). As shown in Tables III.4 and III.6, the greatest uniformity of germination was not always found for the

Table III.5. Effect of storage duration and treatment (boiling 1 min) on germination capacity (GC) and velocity germination coefficient (VC), of the *Leucaena* and *Lysiloma* species in Amapilca, Guerrero, Mexico. Values are average and standar desviation.

FACTORS		<i>L. esculenta</i>		<i>L. macrophylla</i>		<i>L. divaricata</i>	
STORAGE	TREATMENTS	GC %	VC %	GC %	VC %	GC %	VC %
3 mo	CONTROL					91.11 ± 6.94	6.22 ± 0.82
	1 min					8.89 ± 3.84	9.65 ± 0.83
1 yr	CONTROL	41.13 ± 8.39	4.23 ± 0.55			71.11 ± 10.2	9.35 ± 0.75
	1 min	55.56 ± 15.8	10.20 ± 0.83			3.33 ± 5.77	2.56 ± 4.44
2 yr	CONTROL					62.22 ± 10.2	13.54 ± 3.49
	1 min					1.11 ± 1.92	3.33 ± 5.77
3 yr	CONTROL	30.08 ± 3.33	6.77 ± 1.77	10.00 ± 6.67	3.49 ± 8.34	38.89 ± 11.7	12.60 ± 0.84
	1 min	51.11 ± 1.92	9.70 ± 0.58	22.22 ± 13.5	5.06 ± 1.55	1.11 ± 1.92	3.03 ± 5.24
4 yr	CONTROL			6.66 ± 3.33	3.29 ± 0.05	38.89 ± 16.7	12.09 ± 1.88
	1 min			20.08 ± 21.7	2.72 ± 2.35	1.11 ± 1.92	1.11 ± 1.92
5 yr	CONTROL			6.67 ± 6.66	2.56 ± 2.22	5.55 ± 3.85	7.29 ± 1.80
	1 min			8.89 ± 5.09	3.78 ± 0.39	-----	-----

Table III.6. Effect of estorage and treatment (1 min boiling) on duration of dormancy (DD), resistance to germination (t), and germination uniformity coefficient (GUC), in the Leucaena and Lysiloma species. Values are average for each variable.

FACTORS		<u>L. esculenta</u>			<u>L. macrophylla</u>			<u>L. diversicata</u>		
STORAGE	TREATMENTS	DD (days)	t	GUC	DD (days)	t	GUC	DD (days)	t	GUC
3 mo	CONTROL 1 min							4	16.16	0.0441
								20	9.85	0.2376
1 yr	CONTROL 1 min	0	22.32	0.0189				4	10.73	0.1044
		5	9.46	0.0404				10	13.00	0.1666
2 yr	CONTROL 1 min							4	7.57	0.1041
								9	9.00	-----
3 yr	CONTROL 1 min	8	15.00	0.0195	20	27.90	0.0991	6	8.12	0.1190
		5	10.12	0.2937	15	24.48	0.0295	11	11.00	-----
4 yr	CONTROL 1 min				28	30.50	0.1690	5	8.46	0.1586
					9	24.61	0.0292	29	30.00	-----
5 yr	CONTROL 1 min				9	23.71	0.0151	6	12.16	0.0821
					9	23.00	0.0200	--	---	-----

lowest germination resistance and higher velocity coefficient.

Finally, the results showed that under the storage conditions studied, the viability of seeds differed between species. Seeds of the three Acacia species had longer viabilities than those of Leucaena and Lysiloma. All Acacia species had higher GC than other species when the storage was longer (Fig. III.1).

4. DISCUSSION

A variety of germinative responses was found, and these are clearly influenced by the period of storage and type of scarification.

With the exception of Lysiloma divaricata, which shows only quiescence ending with the presence of water, the other five species responded to scarification or boiling treatments, indicating the presence of hard coat induced dormancy. The most effective response was found in Acacia spp. for the scarification, and in Leucaena spp. for the 1 min boiling; this pattern was consistent for the whole range of storage durations.

The contrasting germinative behaviours with the different boiling times indicate unequal dormancy among species, and among seeds from different crops within a single species (Karssen, 1981). Several examples of this were provided by this study. For Acacia farnesiana, the 1 min boiling time produced GC values almost as high as scarification, but only when the former treatment was applied to seeds stored for 3 years. Similarly, the increasing trend in the germinative response of A. pennatula observed with longer boiling times, was reversed for seeds stored for longer periods; for this species, no treatment produced GC values greater than 60%. In the case of A. cochliacantha, only seeds with the longest storage were slightly stimulated by the boiling treatments, and high GC values were only obtained when scarification was applied; these are indications that seeds of this species have a more pronounced dormancy than its congeners. A similar variability in germinative behaviours has been found for numerous species with hard coated seeds (Williams and Elliot, 1960; Quinlivan, 1961; Acuña and Garwood, 1987).

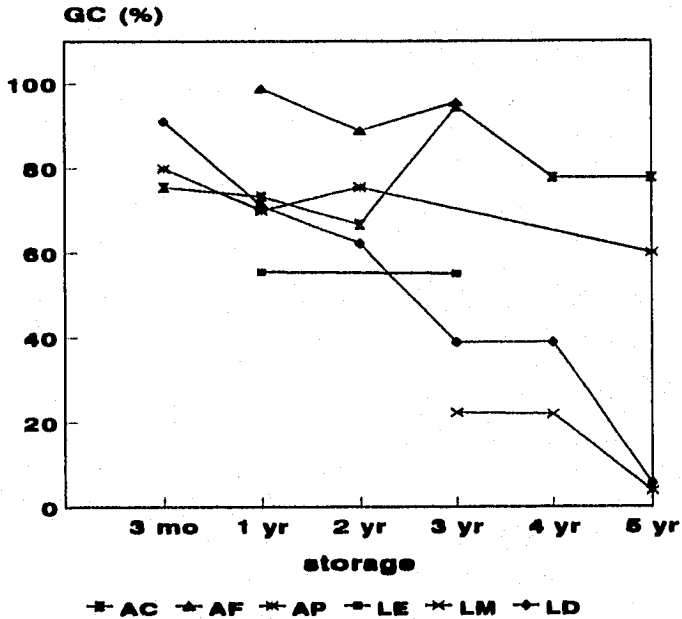


Fig.iii.1. Comparison of germination capacity for different storage duration with most effective treatment for each species. Scarification for species of Acacia; 1 min boiling for species of Leucaena, and control for *Lysiloma divaricata*. AC, *Acacia cochiliacantha*; AF, *A. farnesiana*; AP, *A. pennatula*; LE, *Leucaena esculenta*; LM, *L. macrophylla*; and LD, *Lysiloma divaricata*.

The treatment with boiling water has traditionally been considered to be an effective agent for reducing seed impermeability (Rolston, 1978; Tran & Cavanagh, 1984). Harding (1940) reported that boiling accelerates germination considerably, but that it becomes harmful when it lasts longer than 5 s. In experiments with Acacia mearnsii, Isikawa (1965) found that 5 min boiling treatments yielded germination percentages of 75-80%, and that boiling the seeds between 15 s and 5 min did not affect their viability. The results of this study for the various boiling times showed that 5 min and 10 min boiling reduce the germinative capacity of seeds in all Acacia species.

This study stresses the relevance of considering the duration of storage when examining the germinative response of seeds, as the latter was inversely related to the former. Acacia farnesiana, for which significantly lower GC values for crops with the longest storage was obtained with the 5 min boiling treatment, provides an example of this. Similar results were obtained by Vázquez-Yanes (1983) in experiments conducted with seeds having thermo-regulated germination: Helicarpus appendiculatus, H. donnell-smithii, Mimosa pudica and Ochroma lagopus responded positively to boiling, though tolerance to heat varied considerably between species. Germination of these species was also affected by combinations of increasing boiling and storage times.

The duration of dormancy is genetically controlled, but environmentally regulated. This variability may induce the production of seeds with different depths of dormancy at the time of dissemination; this may be expressed as a high genetic variability among crops of a single species or among individuals of a single crop (Bewley and Black, 1982). Harrington (1972) suggested that these differences may be related to the duration of seed viability. Many authors have provided examples of the effects of environmental variations over dormancy in hard coated seeds (Williams and Elliot, 1960; Quinlivan, 1961; 1966; 1968; Quinlivan and Willington, 1962; Hagon and Ballard, 1970; Cavanagh, 1980; Tran and Cavanagh, 1984).

The variety of responses exhibited by crops of a single species to boiling times suggests profound differences in depth of dormancy between crops. The A. cochliacantha crop stored for 3 years provided the best example, as seeds of this age responded similarly to all boiling treatments; nonetheless, the fact that the scarification treatment produced a significantly greater GC value in this than in the other crops suggests a more impermeable coat. Another example is provided by the 1 year old A. pennatula crop; in this case, the 10 min boiling caused a noticeable decrease in GC which was not observed for the remaining crops (except the oldest). This result, as well as those of the 1 min and 3 min boiling treatments, suggests that seeds stored for 1 year had a shorter dormancy.

Although thermic scarification was not as efficient as the mechanical one in Acacia species, boiling clearly increases seed permeability.

The different results produced by the boiling and scarification treatments may be due to the fact that in the Mimosoideae, the subfamily to which all studied species belong, the lens is extremely small and inconspicuous (Cavanagh, 1980; Tran and Cavanagh, 1984). Probably the velocity at which water is absorbed by the seed after the thermic treatments is lower than after the mechanical treatment, together with the fact that the rupture of the lens in the seeds may not be homogeneous in the former. A further explanation to this phenomenon may be that the seeds were sown immediately after the boiling. Moffatt (1952) claims that when this is done, the effect of hot water is negligible, as he found that storage of seeds for some time after boiling considerably increases percentage germination.

Depth of dormancy varies with time in different ways, although the most frequent trend is a gradual reduction and ultimately total loss (Bewley and Black, 1982; Bass, 1979). This phenomenon is exclusive of seeds subjected to low humidity conditions, hence it is common in stored seeds. However, it also occurs in natural conditions, when seeds survive through long periods of drought. The

results for all Acacia species are in agreement with this pattern, because as storage increased, dormancy became smaller and seeds became more permeable. Species that require a pre-germination treatment for their dormancy to be broken, became with time partially or completely independent from these requirements, displaying a good germination capacity in originally unfavourable conditions (Roberts and Totterdell, 1981; Bewley and Black, 1982; Vázquez-Yanes, 1983).

Increments in GC and CV observed for Leucaena esculenta and L. macrophylla with 1 min boiling suggest that a proportion of the seed population has a period of dormancy, which was expressed as germinative polymorphism in the studied crops. Unfortunately, storage time for both species did not allow a continuous monitoring as was done with the other species; specifically, it was impossible to use freshly collected seeds of Leucaena species owing to the large demand on them in the study region for human consumption. Results of a previous experiment conducted with freshly collected seeds in conditions similar to those of this study (V. Cervantes, unpublished data) confirm the tendency described above; these seeds had GC values of 56.2% and 10.1%, respectively, for the control, while GC for those to which 1 min boiling was applied was 93% and 44.4%, respectively. As indicated by the results of this experiment and those of this study, there is an inverse relationship between GC and storage, even when a scarification treatment is applied, suggesting a loss of seed viability.

The seeds of numerous species display a large physiological variability of their dormancy (Bewley and Black, 1982). This phenomenon has been interpreted as germinative polymorphism that can be found among seeds from different parent plants, and/or among seeds from the same parent plant. Although the exact ecological meaning of this phenomenon has not yet been established, in theory this feature increases the possibility of at least a proportion of seeds persisting in the soil seed bank, waiting for more favourable conditions for future establishment (Williams, 1983).

In the case of Leucaena seeds, the very long season of seed

production at the study site (November-February), and the intensive use that peasants make of immature pods, deserve special attention. Perhaps the differential management to which these populations are subject and the production time of seeds, are related to the polymorphism of seeds (Whittington, 1972; Casas, 1992).

Not all hard coated seeds are impermeable (Mayer and Poljakoff-Mayber 1976; Bewley and Black 1982; Tran and Cavanagh, 1984; Garwood, 1986). As previously noted, no evidence of dormancy for Lysiloma divaricata was found. The 1 min boiling of seeds of this species produced a considerable reduction in the germination capacity for all storage categories. In addition, as storage increased, GC significantly decreased, indicating that seeds remain viable for short periods.

Bewley and Black (1982) regarded dormancy as a way of optimising the distribution of germination in time and space. A good distribution in time is achieved by spacing germination through a long period, and is related to the variability in depth of dormancy observed among populations; distribution in time guarantees the occupation of safe sites for germination and establishment, and affects the spatial distribution of species.

Four major patterns of the temporal distribution of germination have been identified: a) quasi-simultaneous; b) continuous; c) intermittent, and d) periodic. These patterns derive from the characteristics of dormancy and their interaction with the various environmental factors that influence the germination controls (Salisbury, 1929). Given the large intra- and inter-specific differences discussed above, it was reasonable to expect a great variety of responses in germination patterns with the different treatments. However, the ANOVAs for VC, and daily germination percentage revealed that all species (except Lysiloma divaricata) showed an increase in the germination velocity when treatments were applied. The general germinative pattern displayed by the species of genus Acacia with scarification and Leucaena with 1 min boiling, is similar to Salisbury's quasi-simultaneous, i.e. the one which was consistent regardless of storage duration (Fig.

III.2). In almost all case, this coincides with the fact that these are the treatments for which the lowest DD, the greatest synchronicity, the lowest germination resistance, and the greatest germination capacity were observed (Tables, Table III.4, Table III.5 and III.6). Distribution in time of germination for Lysiloma divaricata with control was periodic (Fig. III.2).

Although in this investigation we evaluated different crops for all species, the results suggest that Leucaena and Lysiloma species, typical of primary vegetation, had the shortest seed viability, as increasing storage resulted in dramatic decreases of GC and VC. Among Acacia species, typical of disturbed areas, A. pennatula was the species with shortest viability, as the germinative capacity of the 5 year old crop was lower, even when mechanical scarification was applied. Such a phenomenon did not occur for seeds of the same age in A. cochliacantha, implying that viability in this species is longer than 5 years. The lack of seeds with the same storage precluded an analogous analysis for A. farnesiana; it can only be stated that its viability lasts for at least 3 yr.

While Acacia cochliacantha seeds had a greater depth of dormancy and longer viability, those of A. pennatula had greater coat permeability and shorter viability. Given the small depth of dormancy in A. farnesiana compared with two congenics, it appears that its viability duration is the same as, or shorter than, in A. pennatula. Probably this situation is related to differences in the size of seeds in Acacia species (A. farnesiana and A. pennatula have larger seeds than A. cochliacantha). There is some evidence that the size of seeds can affect germination of acacias; larger seed have more sensitive seed coats than smaller seeds (Cavanagh, 1980).

This pattern needs confirmation through a continuous and prolonged monitoring of various storage categories (within the same crop and several crops), using different methods of seed storage, and carrying out histological studies of the seed coat.

Given the variety of germinative responses displayed by the

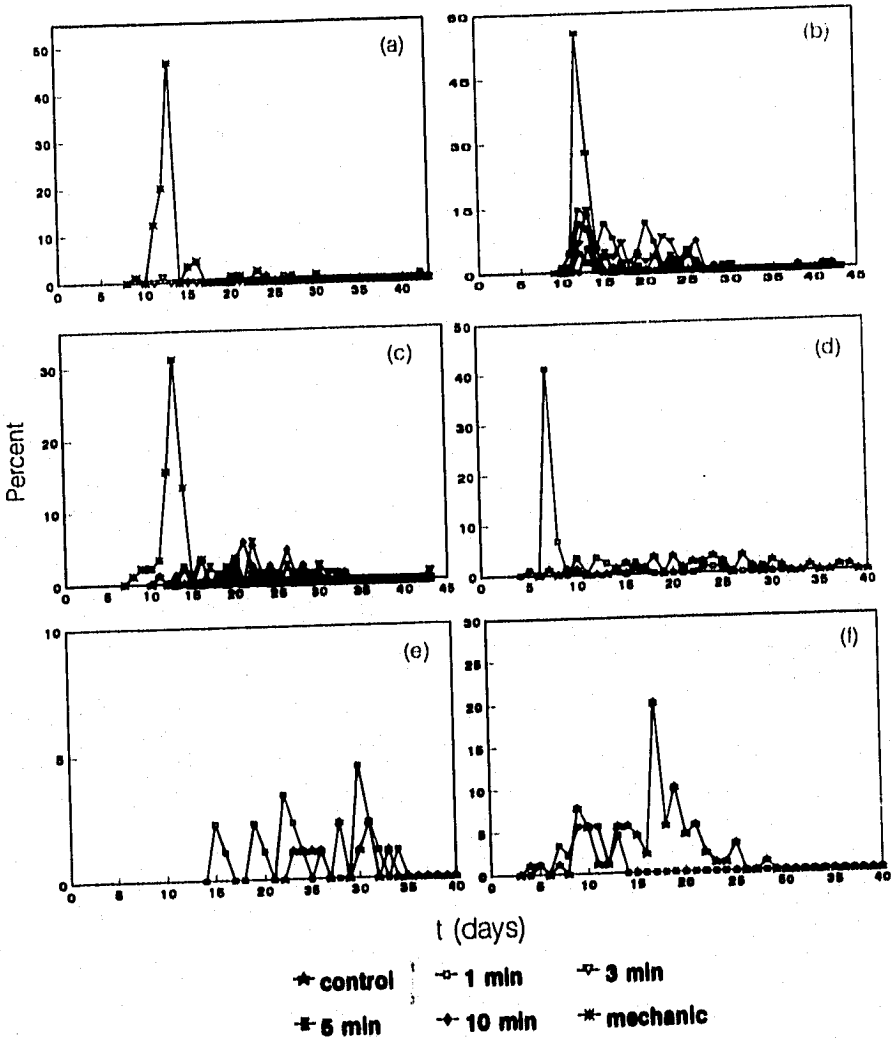


Fig.III.2. Daily germination percentage for different scarification treatments. (a) *Acacia cochiliacanta*, 3 years storage; (b) *A. farnesiana*, 3 years storage; (c) *A. pennatula*, 3 months storage; (d) *Leucaena esculenta*, 1 year storage; (e) *L. macrophylla*, 3 years storage; and (f) *Lysiloma divaricata*, 3 month.

surveyed species, this study emphasizes the need of an adequate selection of seed treatments for reforestation projects, and of the design of unsophisticated and accessible techniques for the preservation of native germplasm *ex-situ*. This will allow mass propagation of useful species in nurseries specialized in the production of species for reforestation. Hopefully, the feasibility of propagating multiple use, native species in easy, inexpensive and rapid ways, such as was shown here, will solve some of the problems traditionally faced by such nurseries.

Acknowledgements

We wish to thank Jesús Serrano for his help on statistical analyses. Jorge Meave critically read earlier versions of the manuscript and made suggestions to improve it; he also kindly translated the present version into English. We are indebted to Vicente Arriaga and Eleuterio Ayala for invaluable assistance during field and laboratory work. Last, but not least, we want to acknowledge the support received from the people of the Amapilca Ejido (Alcozauca, Guerrero), without which this study could not have been possible.

REFERENCES

- Acuña, P. & N.C. Garwood. 1987. Efecto de la luz y de la escarificación en la germinación de las semillas de cinco especies de árboles tropicales secundarios. *Rev.Biol.Trop.*, 35: 203-207.
- Ballard, L.A.T. 1973. Physical barriers to germination. *Seed Sci.Technol.*, 1: 285-303.
- Bass, L.N. 1979. Physiological and other aspects of seed preservation. pp 145-170. In: I. Rubistein, R. Phillips, C.E. Green & B.G. Gengenbach (eds.) *The Plant Seed: Development, Preservation, and Germination*. Academic Press, London.
- Bewley, J.D. & M. Black. 1982. *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. Vol. 2. Viability, Dormancy and Environmental Control. Springer-Verlag. Berlin: 375 pp.
- Bishop, J. P. 1983. Tropical forest sheep on legume forage/fuelwood fallows. *Agr. Sis.* 1: 79-84.
- Casas, A. 1992. Etnobotánica y Procesos de Domesticación en *Leucaena esculenta* (Moc. et Sessé ex A.DC.) Benth. M.Sc.Thesis. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 233 pp.
- Cavanagh, A.K. 1980. A review of some aspects of the germination of acacias. *Proc.Roy.Vict.*, 91: 161-180.
- Cobbina, J., B.T. Kang & A.N. Atta-Krah. 1989. Effect of soil fertility on early growth of *Leucaena* and *Gliricidia* in alley

- farms. Agr.Sys. 8: 157-164.
- Côme, D. 1968. Problèmes de Terminologies Pôses par la germination et ses obstacles. Bull. Soc. Fran. Physiol. Végét. 14: 3-9.
- Dijkman, M.J. 1950. Leucaena: a promising soil erosion control plant. Econ.Bot. 4: 337-349.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 144 p.
- Garwood, C.N. 1986. Effects of acid and hot water pretreatment and seed burial on the germination of tropical moist forest seeds. Turrialba 36: 479-484.
- Gordon, A. G. 1971. The germination resistance test- a new test for mesuring germination quality of cereals. Can. J. Pl. Sci. 51: 181-183.
- Hagon, M.W. & A.T. Ballard. 1970. Reversibility of strophliolar permeability to water in seeds of subterranean clover (Trifolium subterraneum L.). Aust.J.Sci., 23: 519-528.
- Harding, J. F. 1940. Acacia germination trials. Aust. For. 5: 53-56.
- Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity. pp 145-240. In: T.T. Kozlowski (ed.) Seed Biology. Academic Press, London.
- Isikawa, I. 1965. How long do the seeds of Acacia mollissima kept their germinability improved by the use of boiling water. Bull. Tokyo Univ. For. 47: 161-167.
- Karszen, C. M. 1981. Enviromental conditions and endogenous mechanism involved in secondary dormancy of seeds. Isr. Jour. Bot. 29: 45-64.
- Mayer, A.M. & A. Poljakoff-Mayber. 1976. The Germination of Seeds. Pergamon Press, Oxford. 192 p.
- Moffatt, A. A. 1952. Differential germination in the black wattle (Acacia mollissima Willd.) caused by seed tratment. Wattle Res. Inst. Report, 39-50.
- Nickols, M. & Heydecker, W. 1968. Two approches to the study of germination data. Proc. Int. Seed Test. Ass. 33: 531-540.
- Quinlivan, B.J. 1961. The effect of constant and fluctuating temperatures on the permeability of the hard seeds of some legume species. Aust.J.Agric.Res., 12: 1009-1022.
- Quinlivan, B.J. 1966. The relationship between temperature fluctuations and the softening of hard seeds of some legume species. Aust.J.Agric.Res., 17: 625-631.
- Quinlivan, B.J. 1968. The softening of hard seeds of sand-plain lupin (Lupinus varius L.). Aust.J.Agric.Res., 19: 507-515.
- Quinlivan, B.J. & A.J. Mullington. 1962. The effect of a mediterranean summer environment on the permeability of hard seed of subterranean clover. Aust.J.Agric.Res., 13: 377-387.
- Roberts, E. H. & S. Totterdell. 1981. Seed dormancy in Rumex species in response to environmental factors. Plant, Cell Envir., 4: 97-106.
- Rolston, M. P. 1978. Water impermeable seed dormancy. Bot. Rev. 44: 365-396.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. 432

- p.
- Salisbury, E. J. 1929. The biological equipment of species in relation to competition. *J. Ecol.* 17: 197-222.
- Spurny, M. 1972. The imbibition process. pp 367-389. In: W. Heydecker (ed.) *Seed Ecology*. Butterworths, London.
- Tran, V.N. & A.K.Cavanagh. 1984. Structural aspects of dormancy. pp 1-44. In: D.R. Murray (ed.) *Seed Physiology*. V. II. Academic Press, Melbourne.
- Vázquez-Yanes, C. 1983. Estudios sobre la ecofisiología de la germinación en una zona cálido-húmeda de México. In: A. Gómez-Pompa, C. Vázquez-Yanes, S. Del Amo and A. Butanda (eds.) *Investigaciones sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México*. Editorial Continental and Instituto Nacional Sobre Recursos Bióticos, México, D.F., pp 278-387.
- Williams, A.W. & J.R. Elliot. 1960. Ecological significance of seed coat impermeability to moisture in crimson, subterranean and rose clover in a mediterranean-type climate. *Ecology*, 41: 733-742.
- Williams, E.D. 1983. Effects of temperature, light, nitrate and pre-chilling on seed germination of grassland plants. *Ann. Appl. Biol.*, 103: 161-172.
- Whittington, W.J. 1972. Genetic regulation of germination. pp 5-29. In: W. Heydecker (ed.) *Seed Ecology*. Butterworths, London.

APPENDIX IIIA

Results of Sheffé's multiple range tests for germination responses of six legume species in Amapilca, Guerrero, México. Within each block, treatments are arranged from the least to the most successful one. Different letters indicate significant differences.

S P E C I E S	GERMINATION CAPACITY				COEFFICIENT		VELOCITY	
	STORAGE		TREATMENT		STORAGE		TREATMENT	
<u>Acacia cochliacantha</u>	3 yr	a	10 min	a	3 yr	a	10 min	a
	1 yr	ab	5 min	ab	2 yr	a	5 min	a
	3 mo	ab	Control	ab	4 yr	a	Control	a
	4 yr	ab	3 min	bc	3 mo	a	3 min	a
	2 yr	ab	1 min	c	1 yr	a	1 min	ab
	5 yr	bc	Scarif.	d	5 yr	a	Scarif.	bc
<u>Acacia farnesiana</u>	2 yr	a	Control	a	3 yr	a	Control	a
	2 yr	a	10 min	b	2 yr	a	3 min	b
	1 yr	a	5 min	bc	1 yr	a	1 min	b
	3 min	c	10 min	b	1 min	c	5 min	bc
			Scarif.	d			Scarif.	c
<u>Acacia pennatula</u>	5 yr	a	Control	a	3 mo	a	Control	a
	3 mo	ab	1 min	b	1 yr	ab	10 min	b
	1 yr	bc	3 min	b	5 yr	ab	1 min	b
	2 yr	c	10 min	b	2 yr	bc	3 min	b
			5 min	b			5 min	b
			Scarif.	c			Scarif.	b
<u>Leucaena esculenta</u>	3 yr	a	Control	a	1 yr	a	Control	a
	1 yr	a	1 min	b	3 yr	a	1 min	b
<u>Leucaena macrophylla</u>	4 yr	a	Control	a	4 yr	a	Control	a
	5 yr	a	1 min	a	5 yr	a	1 min	a
	3 yr	a			3 yr	a		
<u>Lygiloma divaricata</u>	5 yr	a	1 min	a	5 yr	a	1 min	a
	4 yr	b	Control	b	2 yr	a	Control	b
	3 yr	b			4 yr	a		
	2 yr	b			3 yr	a		
	1 yr	b			1 yr	a		
	3 mo	c			3 mo	a		

APPENDIX IIIB

Results of the Orthogonal Contrast test between some treatments for germination capacity (GC) and velocity coefficient (VC) in the *Acacia* species in Amapilca, Guerrero ($p < 0.05$). AC = *A. cochliacantha*, AF = *A. farnesiana*, AC = *A. pennatula*; GC = germination capacity; VC = velocity coefficient; BT = boiling time; SCA = scarification.

CONTRAST	ESPECIE	VARIABLE	FACTORS		F
1	AC	GC	SCA 3 yr	vs. SCA 2 and 4 yr	19.42
1	AF	GC	SCA 1 yr	vs. SCA 2 yr	n.s.
2			BT 1 min 1 yr	vs. BT 1 min 3 yr	15.78
3			BT 5 min 1 yr	vs. BT 5 min 2 yr	7.55
4			BT 10 min 1 yr	vs. BT 10 min 3 yr	8.63
1	AF	GC	SCA 3 mo	vs. SCA 5 yr	4.30
2			BT 3 min 1 yr	vs. BT 3 min 3 mo and 5 yr	29.18
3			BT 1 min 2 yr	vs. BT 1 min 1 and 5 yr	13.62
1		VC	BT 10 min 2 yr	vs. BT 10 min 5 yr	9.76
2			BT 1 min 3 mo	vs. BT 1 min 1 yr	4.66

CAPITULO IV

**CRECIMIENTO DE NUEVE LEGUMINOSAS LEÑOSAS UTILES
NATIVAS DE LA REGION DE LA MONTAÑA DE GUERRERO,
MÉXICO.**

IV. CRECIMIENTO DE NUEVE LEGUMINOSAS LEÑOSAS ÚTILES NATIVAS DE LA REGIÓN DE LA MONTAÑA DE GUERRERO, MÉXICO.

Virginia Cervantes, Vicente Arriaga y Julia Carabias.

RESUMEN.

Se evaluó el crecimiento en vivero de nueve leguminosas leñosas de uso múltiple pertenecientes a la vegetación primaria y secundaria del bosque tropical caducifolio y bosque espinoso. Las variables evaluadas, durante 165 días, fueron: (1) la tasa relativa de crecimiento (RGR), (2) el cociente raíz-vástago (R/S), (3) la longitud de la raíz con respecto a su peso (lgR/wsR), y (4) la longitud del tallo. En todas las variables evaluadas se encontró una gran variedad de respuestas entre especies y a través del tiempo. Se obtuvo una relación directa entre el peso de las semillas y la producción inicial de biomasa; conforme incrementó la edad de las plantas el tamaño de las semillas perdió efecto sobre la producción de biomasa. No se encontraron diferencias significativas entre especies para la RGR inicial; al final del experimento Pithecellobium dulce fue la especie que presentó la RGR menor. Las tres especies del género Acacia a los 165 días de edad mostraron la mayor producción de biomasa, el mayor cociente R/S y los valores más pequeños para el cociente lgR/wsR . En la cosecha final la mayor longitud del tallo se obtuvo en A. farnesiana y Lysiloma divaricata y la menor en las dos especies del género Leucaena y en Lysiloma acapulcensis. De los resultados se desprenden algunas recomendaciones de utilidad práctica aplicables para su manejo en vivero y para futuras acciones de reforestación.

PALABRAS CLAVE: Bosque tropical caducifolio, Bosque espinoso, Leguminosas leñosas, Crecimiento, Producción de biomasa, Especies nativas útiles, Reforestación.

INTRODUCCION.

La creciente deforestación en México ha propiciado entre otras cosas severos problemas de degradación edáfica, la cual se extiende aproximadamente en un 60% de la superficie total del país (Estrada y Ortiz-Solorio, 1982; Anónimo, 1993; Ortiz et al., 1994).

Tal situación pone de manifiesto la necesidad de contribuir a subsanar esta problemática, tratando de incorporar especies nativas útiles que ayuden a revertir la degradación del suelo y que adicionalmente proporcionen beneficios para la población rural.

Entre las especies más promisorias se encuentran las leguminosas. En su mayoría, las especies de esta familia son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico por medio de asociaciones simbióticas con bacterias del género Rhizobium (Dart, 1977; Corby, 1981; Allen y Allen, 1981; Duke, 1981). De hecho se considera que las leguminosas producen la mayor cantidad de nitrógeno fijado biológicamente, por lo que su contribución de este elemento a la biósfera es de vital importancia para mantener la productividad de los ecosistemas (Anónimo, 1979).

Aunque en México crecen muchas especies leñosas potencialmente útiles, se tiene poca o nula información sobre su posible uso en programas de reforestación, mejoramiento de la fertilidad del suelo, control de la erosión hídrica y eólica, y como proveedoras de leña, carbón, forraje, frutos comestibles y otros compuestos valiosos. La escasa información con que se cuenta para la propagación y manejo de plantas nativas ha propiciado el uso indiscriminado de especies exóticas en los programas de reforestación que se realizan en México, desaprovechando las ventajas que las primeras pueden representar para estos propósitos.

Una situación contrastante se presenta en algunos países de Africa, donde la utilización de leguminosas leñosas está cobrando gran importancia no sólo en programas de mejoramiento del suelo sino también para tratar de satisfacer las demandas de combustible de la población rural. Estos programas han usado varias especies de leguminosas de rápido crecimiento, resistentes a suelos pobres y a la sequía, y que aportan forraje para el ganado y, en ocasiones, vainas comestibles para el hombre. Todas ellas son originarias de México y Centroamérica, e incluye a especies del género Acacia, Calliandra, Gliricidia, Leucaena y Prosopis, entre otras (Ngulube, 1989; Llap et al., 1990; Vázquez-Yanes y Cervantes, 1993).

La necesidad de recuperar la gran cantidad de suelos

degradados y de contribuir al mejoramiento del ambiente productivo y natural enfatiza la importancia de realizar estudios ecofisiológicos de especies útiles que permitan generar las técnicas para su propagación y manejo. Uno de los enfoques básicos en la generación de estas técnicas lo constituye el estudio de las características de crecimiento que las especies muestran en condiciones de vivero.

El análisis de crecimiento de las plantas ha tenido una gran variedad de aplicaciones, aunque inicialmente se abocó a estudios puramente agrícolas (Hunt, 1978), sus técnicas y métodos de estudio han sido utilizados en un sentido ecológico para tratar de dilucidar los mecanismos de colonización y regeneración de las comunidades vegetales (Combe y Hadfield, 1962; Augspurger, 1984; Brokaw, 1985; Gross, 1990; Gross y Smith, 1991; Huante, 1992; Sánchez-Coronado, 1993; Valverde et al., en prensa). Asimismo, la utilidad de estas técnicas también han mostrado su pertinencia en la silvicultura, forestería y agroforestería (Whitmore y Bowen, 1983; del Amo y Gómez-Pompa, 1985; del Amo y Nieto, 1985; Ngulube, 1989; Kapp, 1989; Llap et al., 1990; Stockdale y Power, 1994; Murray et al., 1994).

En el presente estudio se hizo una evaluación de la velocidad de crecimiento y producción de biomasa en condiciones de vivero para nueve especies de leguminosas leñosas nativas de la región de La Montaña (Guerrero), México. Todas las especies utilizadas son ampliamente usadas por los campesinos de la región, ya que de ellas obtienen gran cantidad de benefactores (Tabla IV.1; Casas et al., 1987; Arriaga-Martínez, 1991; Guízar y Sánchez-Vélez, 1991; Casas, 1992; Arias-Chalico, 1993). Además, también se caracterizan por mostrar asociaciones simbióticas con bacterias fijadoras de nitrógeno (Aguilera-Gómez, 1986).

AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el ejido de Amapilca, municipio de Alcozauca, Guerrero. Se ubica entre los paralelos 17°28'40" y 17°30'29" de latitud norte, y los meridianos 98°21'00" y 98°23'19" de longitud oeste. La altitud varía entre 1250 y 1880 m s.n.m.. El

Tabla IV.1. Características de las especies utilizadas en este estudio. BTC= bosque tropical caducifolio; BE= bosque espinoso; 1a= vegetación primaria; 2a= vegetación secundaria. F= forraje; L= leña; M= madera para construcción; AH= alimento humano.

ESPECIE	HABITAT	FORMA DE VIDA	PESO DE LA SEMILLA (g)	COSECHAS (días)	USOS
<u>Acacia cochliacantha</u> H & B. ex Willd.	BTC-2a	Arborescente	0.032 ± 0.007	14,21,28,35,165	F, L
<u>A. farnesiana</u> (L.) Willd.	BTC-2a BE-2a	Arborescente	0.083 ± 0.013	14,21,28,35,120,140,165	F
<u>A. pennatula</u> (Schl. & Champ.) Standl.	BTC-2a	Arborescente	0.085 ± 0.020	14,21,28,35,120,140,165	F, L
<u>Leucaena esculenta</u> (DC.) Benth.	BTC-1a BTC-2a	Arbol	0.074 ± 0.019	14,21,28,35,60,120,140,165	F, AH
<u>Leucaena macrophylla</u> Benth.	BTC-1a	Arbol	0.044 ± 0.008	14,21,28,35,60,120,140,165	F, AH
<u>Lysiloma acapulcensis</u> (Kunth.) Benth.	BTC-1a	Arbol	0.054 ± 0.002	14,21,28,35,120,140,165	L, M
<u>Lysiloma divaricata</u> (Jacq.) Macbr.	BTC-1a	Arbol	0.058 ± 0.002	14,21,28,35,120,140,165	L, M
<u>Pithecolobium dulce</u> (Roxb.) Benth.	BE-1a	Arbol	0.182 ± 0.030	14,21,28,35,60,120,140,165	AH, F
<u>Prosopis juliflora</u> (Swartz) DC.	BE-1a BE-2a	Arbol	0.033 ± 0.005	14,21,28,35,120,140,165	L, F, M

clima es semicálido con lluvias en verano y presenta una oscilación térmica mensual pequeña. La temperatura media anual es de 20.4°C y no se presentan heladas. El promedio de precipitación anual es de 846.3 mm. La época de sequía va de noviembre a abril y la temporada de lluvias es de mayo a octubre.

De acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978), Toledo-Manzur (1992) describe para el área de estudio seis tipos de vegetación, dos de los cuales corresponden al bosque tropical caducifolio y al bosque espinoso, que es donde se encuentran las especies estudiadas.

METODOLOGIA.

Obtención y Manejo de Plántulas.

Los experimentos de crecimiento se realizaron en el vivero de Amapilca. Para cada especie (Tabla IV.1) se obtuvieron y mezclaron semillas procedentes de por lo menos 10 individuos vigorosos y con alta producción de frutos. En el vivero, las semillas se pusieron a germinar en charolas usando como sustrato tierra de río (textura limo-arenosa). Se llevó un registro de la fecha de germinación para cada planta. Conforme se presentó la emergencia de la radícula las semillas germinadas se transplantaron a bolsas negras de polietileno (15 cm de diámetro x 30 cm de altura), con sustrato igual al de las charolas. Las bolsas con las plántulas se acomodaron en una platabanda (construcción para proteger a las plántulas y aminorar la evaporación de agua) del vivero y se les aplicó riego diariamente siempre y cuando no se hubieran presentado precipitaciones.

Para evaluar la velocidad de crecimiento y los cambios en la producción y asignación de biomasa a través del tiempo, se realizaron cosechas destructivas combinando cosechas continuas con cinco individuos cada una (14, 21, 28 y 35 días) y espaciadas con 20 individuos (60, 120, 140 y 165 días). El número de ellas varió en función de la disponibilidad de semillas (Tabla IV.1). En la cosecha las plántulas fueron elegidas al azar, y removidas cuidadosamente del envase. Se dividieron en raíz, tallo y hojas, y se midió la longitud del tallo y de la raíz. Posteriormente, todo

el material se secó en un horno a 80°C durante 48 h.

Para el caso de Leucaena esculenta se evaluó el crecimiento de plántulas originadas de semillas recién colectadas (RC) y con un año de almacenamiento (1A).

Análisis de Datos.

El análisis de datos consistió en el cálculo de las siguientes variables.

1) La tasa relativa de crecimiento (RGR), definida como la ganancia de peso seco por unidad de biomasa por unidad de tiempo ($g\ g^{-1}día^{-1}$), y cuyo valor instantáneo se calcula con la siguiente ecuación

$$RGR = 1/W \cdot dW/dt$$

donde W = peso seco y t = tiempo.

La RGR se analizó en el tiempo mediante modelos matemáticos ajustados a observaciones del peso seco, utilizando el programa de Hunt y Parson (1974, 1977).

2) El cociente raíz-vástago R/S (Root/Shoot ratio) a través del tiempo, es una medida del patrón de asignación de biomasa a estructuras de captura de carbono respecto a estructuras de captura de agua y nutrientes (Hunt, 1982).

$$R/S = \text{peso seco de la raíz} / \text{peso seco del vástago}$$

donde vástago = hojas+tallo

3) El cociente longitud raíz con respecto a su peso $\ln gR/wsR$; esta variable mide la cantidad de biomasa asignada a la raíz con respecto a su longitud (cm/gr), y se interpreta como una medición indirecta de la morfología de la raíz.

$$\ln gR/wsR = \text{longitud de la raíz} / \text{peso seco raíz}$$

4) La producción de biomasa se refiere al peso absoluto de las plántulas y se interpreta como la cantidad total de biomasa incorporada a través del tiempo.

$$PB = \text{peso seco hojas} + \text{el peso seco tallo} + \text{peso seco raíz}$$

5) El efecto del tamaño promedio de las semillas de cada especie sobre el crecimiento promedio de las plantas se evaluó mediante regresiones lineales con el peso promedio inicial, intermedio y final de las plántulas (14, 35 y 165 días respectivamente). La variable independiente fue el peso promedio de las semillas

(utilizando cinco lotes de 100 semillas por especie), y la dependiente el promedio del peso seco total de las plántulas (Gross, 1984).

5) Longitud del vástago, esta variable se utilizó para comparar las diferencias de altura entre las especies a los 14 (cosecha inicial) y 165 días de edad (cosecha final).

Se utilizaron análisis de varianza de una vía (ANDEVA) para comparar entre especies la RGR, la longitud del vástago y la producción de biomasa en la cosecha inicial y final. Por otra parte, se analizó el efecto de los factores especies y cosecha sobre las variables R/S y $\ln R/wSR$, por medio de un diseño factorial; en este caso sólo se compararon las cosechas que eran comunes a todas las especies (14, 21, 28, 35 y 165 días). Para cumplir con los requisitos del modelo se realizaron transformaciones calculando el logaritmo natural de las variables R/S y $\ln R/wSR$.

En el caso de los ADEVAS de una vía se utilizó la prueba de comparación múltiple de Scheffé. Para los ANDEVAS factoriales en donde fue significativa la interacción de los factores, se realizaron pruebas de contrastes ortogonales (Steel y Torrie, 1988). Todos los análisis estadísticos se realizaron al 95% de confianza ($p < 0.05$).

RESULTADOS.

Tasa Relativa de Crecimiento (RGR)

Los modelos matemáticos ajustados para describir la RGR de las especies variaron entre géneros y especies de un mismo género. Las especies del género Leucaena presentaron el modelo de mejor ajuste con ecuaciones de primer orden (Tabla IV.2). A. farnesiana, P. juliflora y las especies del género Lysiloma mostraron el mejor ajuste con un modelo de tipo cúbico. En P. dulce, A. cochliacantha y A. pennatula el mejor ajuste se obtuvo con ecuaciones cuadráticas (Tabla IV.2).

No se obtuvieron diferencias significativas entre especies para la RGR inicial. Con respecto a la RGR final P. dulce presentó los valores más pequeños y difirió significativamente de todas las

Tabla IV.2. Tipos de modelos ajustados para la tasa relativa de crecimiento del peso seco total, utilizando el programa de Hunt y Parson (1974). El nombre de las especies se abrevian de la siguiente forma: AC= Acacia cochliacantha, AF= Acacia farnesiana, AP= Acacia pennatula, LE (1A)= Leucaena esculenta de semillas con un años de almacenamiento, LE (RC)= Leucaena esculenta de semillas recién colectadas, LM= Leucaena macrophylla, LA= Lysiloma acapulcensis, LD= Lysiloma divaricata, PD= Pithecellobium dulce, PJ= Prosopis juliflora.

ESPECIE	MODELO
AC	$\text{Log}(E) Y = -5.5645 + 0.1232(t) + (-0.0005)(t)^2$
AF	$\text{Log}(E) Y = -4.3368 + 0.957(t) + (-0.0007)(t)^2 + 0.00001(t)^3$
AP	$\text{Log}(E) Y = -3.6706 + 0.541(t) + (-0.0001)(t)^2$
LE (1A)	$\text{Log}(E) Y = -2.7290 + 0.0161(t)$
LE (RC)	$\text{Log}(E) Y = -2.5412 + 0.0131(t)$
LM	$\text{Log}(E) Y = -3.5766 + 0.0191(t)$
LA	$\text{Log}(E) Y = -4.4263 + 0.0953(t) + (-0.0010)(t)^2 + 0.00001(t)^3$
LD	$\text{Log}(E) Y = -4.7100 + 0.01194(t) + (-0.0013)(t)^2 + 0.00001(t)^3$
PD	$\text{Log}(E) Y = -2.8401 + 0.0449(t) + 0.0001(t)^2$
PJ	$\text{Log}(E) Y = -4.4247 + 0.0735(t) + (-0.0006)(t)^2 + 0.00001(t)^3$

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

especies. A. pennatula y L. esculenta presentaron valores de RGR intermedios y las especies restantes los mayores (Tabla IV.3).

Producción de Biomasa (PB).

Los valores de PB inicial (14 días) y final (165 días) difirieron entre especies. P. dulce presentó la mayor producción de biomasa inicial, diferenciándose de todas las especies restantes (Tabla IV.3). La mayor PB final se presentó en las tres especies del género Acacia y la menor en Lysiloma acapulcensis (Tabla IV.3).

Peso de las Semillas vs. Peso de las Plántulas.

En el peso de las semillas se encontró una variación interespecífica de un orden de magnitud (Tabla IV.1). Los resultados obtenidos de los ANDEVA para los modelos de regresión lineal mostraron un efecto significativo y positivo del peso de las semillas sobre el peso inicial de las plántulas (Tabla IV.4). Por el contrario, cuando se relacionó éste con el peso final de las plántulas no se encontró significancia (Tabla IV.4).

Longitud del Tallo.

Se encontraron diferencias significativas entre especies en la longitud del tallo tanto para la cosecha inicial como para la final. (Tabla IV.3). En la cosecha inicial A. cochliacantha presentó la menor longitud del vástago y difirió de L. esculenta (1A), L. macropylla, Lysiloma acapulcensis, Lysiloma divaricata y P. dulce. Para la cosecha final la mayor longitud se encontró en A. farnesiana y Lysiloma divaricata, las que sólo difirieron de P. juliflora, Lysiloma acapulcensis, L. esculenta (RC) y L. macropylla.

Asignación de Recursos (cociente R/S).

A través del tiempo todas las especies mostraron variación en la asignación de sus recursos (Fig. IV.1). El resultado del ANDEVA factorial para el cociente R/S mostró que ambos factor tienen efecto sobre esta variable de respuesta, así como también su interacción (Tabla IV.5). Las pruebas de contrastes ortogonales no mostraron diferencias significativas entre especies en el cociente R/S para la cosecha inicial (Tabla IV.6, Fig. IV.2, Anexo IV.1a). Por el contrario, al final del experimento se obtuvieron diferencias significativas entre algunas especies (Tabla IV.6). Las

Tabla IV.3. Promedios (± 1 D.E.) para la tasa relativa de crecimiento, la producción de biomasa y la longitud del tallo, para la cosecha inicial (I) y final (F), y los resultados del análisis de varianza. Las letras minúsculas indican las agrupaciones hechas por la prueba de comparación múltiple de Scheffé ($P < 0.05$; letras iguales indican diferencias no significativas). El nombre de las especies se abrevia de la misma forma que en la tabla anterior.

COSECHA	AC	AF	AP	LE(1A)	LE(RC)	LM	LA	LD	PD	PJ	
	ESPECIE										
TASA DE RELATIVA DE CRECIMIENTO ($g\ g^{-1}\ día^{-1}$)											
(I)	0.172 (0.018)	0.086 (0.022)	0.075 (0.02)	0.089 (0.014)	0.139 (0.037)	0.107 (0.015)	0.105 (0.030)	0.086 (0.032)	0.04 (0.021)	0.083 (0.023)	F= 1.060 p= 0.4125
(F)	bc 0.023 (0.004)	bc 0.037 (0.014)	b 0.007 (0.007)	b 0.01 (0.01)	b 0.009 (0.009)	bc 0.034 (0.014)	bc 0.032 (0.014)	c 0.06 (0.036)	a -3.006 (0.003)	bc 0.020 (0.007)	F= 5.612* p= 0.0000
PRODUCCION DE BIOMASA (g)											
(I)	a 0.027 (0.002)	a 0.053 (0.008)	a 0.062 (0.012)	a 0.062 (0.006)	a 0.039 (0.008)	a 0.033 (0.003)	a 0.039 (0.008)	a 0.043 (0.007)	b 0.121 (0.012)	a 0.030 (0.005)	F= 13.269* p= 0.0000
(F)	cd 2.988 (0.525)	cd 3.378 (0.332)	d 4.053 (0.553)	abc 1.988 (0.539)	ab 1.040 (0.216)	abc 1.326 (0.242)	a 0.887 (0.168)	abc 1.971 (0.253)	bcd 2.215 (0.157)	ab 0.996 (0.101)	F= 9.784* p= 0.0000
LONGITUD DEL TALLO (cm)											
(I)	a 2.14 (0.196)	ab 3.5 (0.314)	abc 5.12 (1.199)	bc 5.96 (1.04)	abc 5.02 (1.832)	ab 2.94 (0.265)	bc 6.8 (2.04)	bc 7.46 (3.093)	c 9.66 (1.527)	ab 3.84 (0.585)	F= 10.460* p= 0.0000
(F)	abc 26.875 (12.139)	c 33.625 (9.318)	abc 24.9 (4.97)	abc 27.455 (10.096)	a 18.73 (5.843)	a 18.205 (5.412)	a 18.225 (5.664)	c 33.035 (8.772)	bc 28.87 (6.837)	ab 21.985 (5.473)	F= 11.067* p= 0.0000

Tabla IV.4. Análisis de varianza para la regresión del peso inicial, intermedio y final de las plántulas con respecto al peso de las semillas ($p < 0.05$).

	r	R ²	F	p
PESO INICIAL (14 días)	96.50	0.9824	165.563	0.0001
PESO INTERMEDIO (35 días)	0.8422	70.94	14.645	0.0087
PESO FINAL (165 días)	0.2387	5.70	0.3626	0.5691

Fig. IV.1. continuación

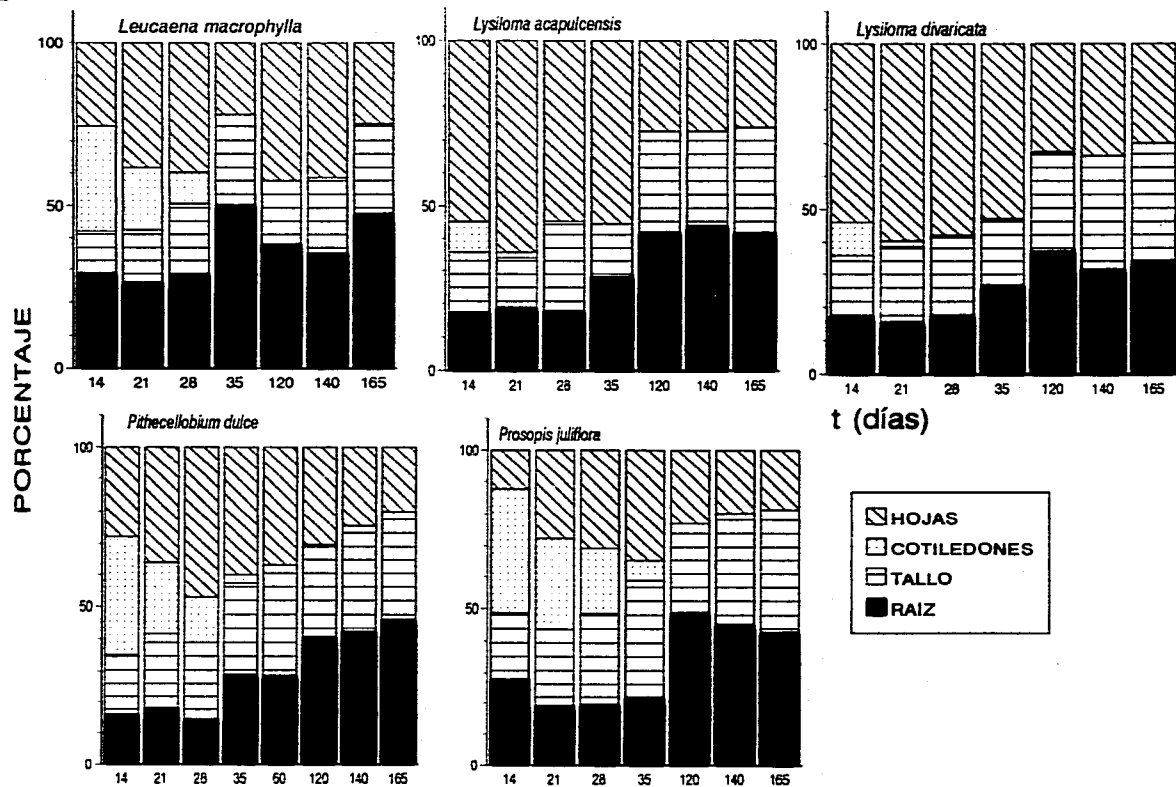
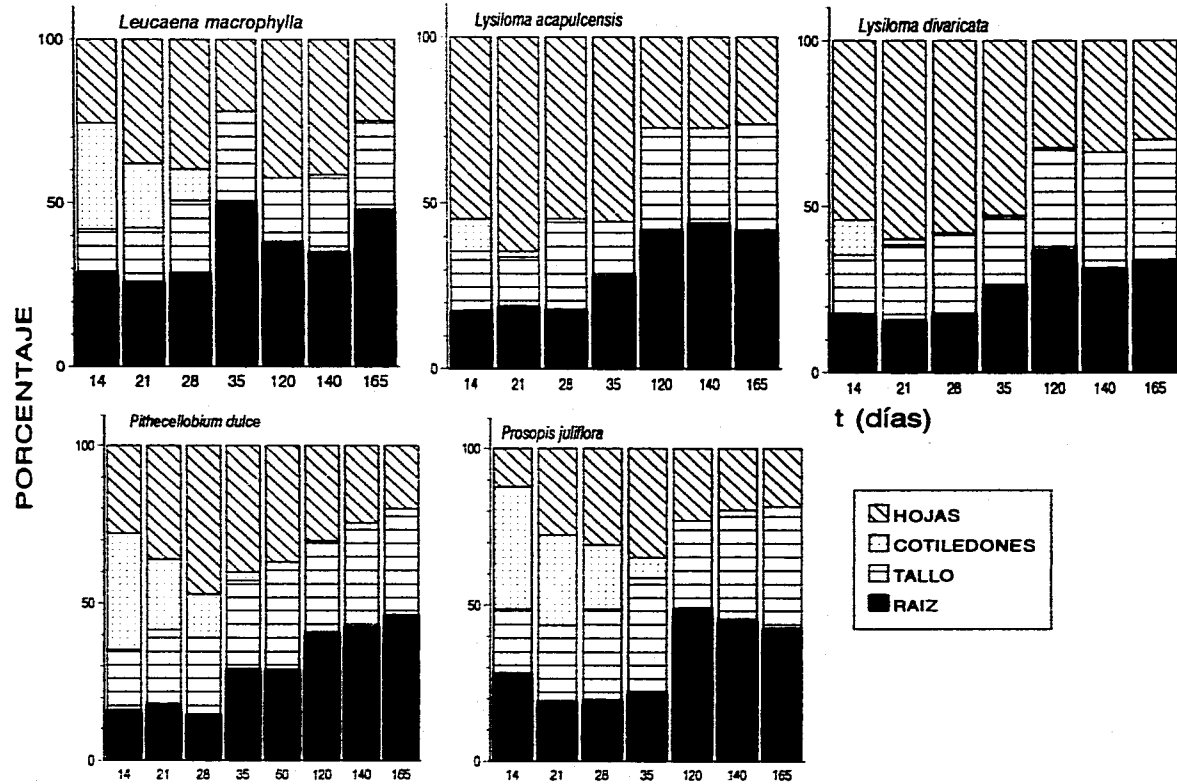


Fig. IV.1. continuación



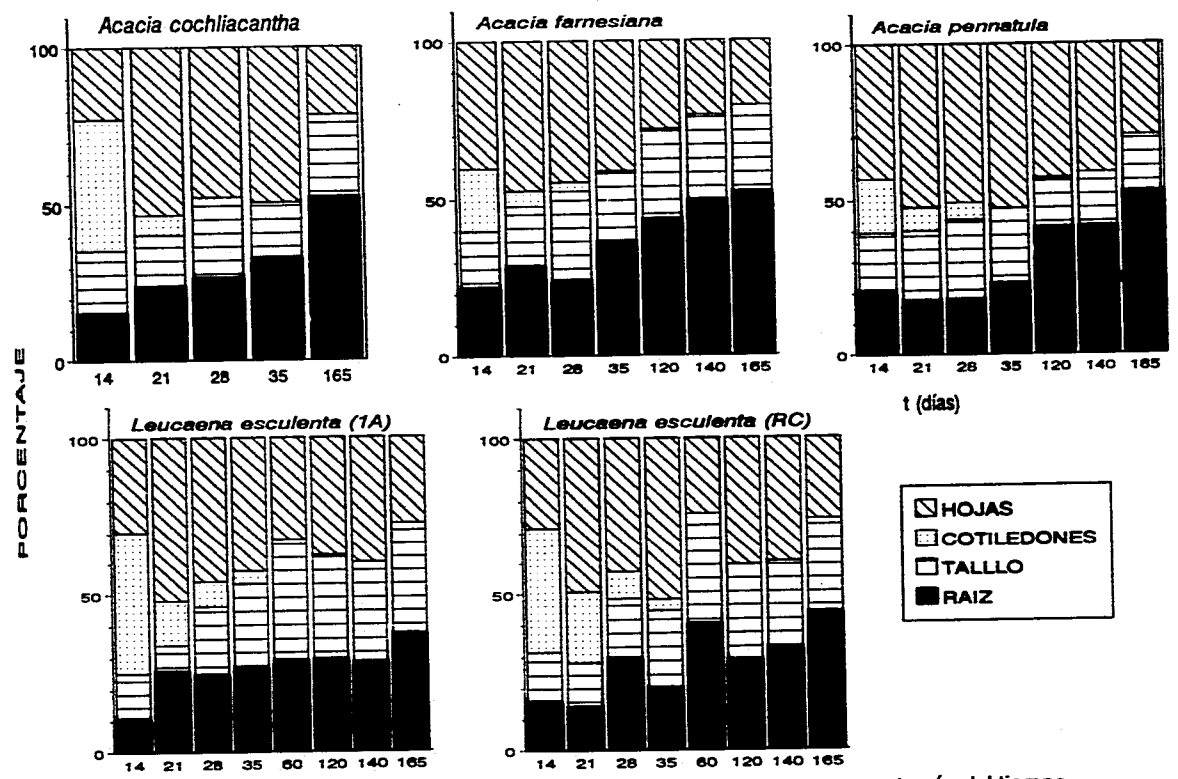


Fig. IV.1. Proporción porcentual del peso seco asignado a diferentes estructuras a través del tiempo

Tabla IV.5. Resultados del análisis de varianza ($p < 0.05$) para los factores especie y cosecha, en las variables cociente raíz-vástago (R/S) y cociente longitud raíz-peso seco raíz (lgR/wsR).

VARIABLE DE RESPUESTA	FACTOR				INTERACCION	
	ESPECIE		COSECHA		F	p
	F	p	F	p		
R/S	13.961	0.0000	243.413	0.0000	4.157	0.0000
lgR/wsR	9.816	0.0000	627.975	0.0000	6.035	0.0000

Tabla IV.6. Resultados obtenidos en las pruebas de contrastes ortogonales en la cosecha inicial y final ($P=0.05$), para las variables cociente raíz-vástago (R/S); y cociente longitud de la raíz-peso seco raíz (lngR/wsR). El nombre de las especies se abrevia de la misma forma que en las tablas anteriores.

CONTRASTES	F tablas	F calculada	
R/S INICIAL			
AC vs AF y AP	3.84	3.82	ns
LM vs PJ		0.0581	ns
AC vs LE(1A), LE(RC), LA, LD, PD		0.766	ns
AF vs LM y PD		3.49	ns
AP vs LE(1A), LE(RC), LA, LD, PD		0.792	ns
R/S FINAL			
AF vs AC y AP	3.84	1.744	ns
LE(RC) vs LM y LA		0.465	ns
LM vs PD y PJ		0.601	ns
AF vs LE(1A) y LD		50.025	*
LM vs LE(1A) y LD		20.53	*
AF vs LM y PD		7.58	*
LE(1A) vs LE(RC)		7.096	*
longR/wsR INICIAL			
AC vs PJ	3.84	0.142	ns
AF vs LE(RC) y PD		2.331	ns
AC vs AF y AP		10.963	*
longR/wsR FINAL			
AC vs AF y AP	3.84	8.139	*
LE(RC) vs LA y PJ		0.007	ns
LE(1A) vs LM, LD		2.246	ns
LE(1A) vs LE(RC)		3.050	ns
AC vs PJ		36.878	*
AP vs AF		0.912	ns
AC vs PD		1.410	ns
LE(1A) vs PD		9.88	*

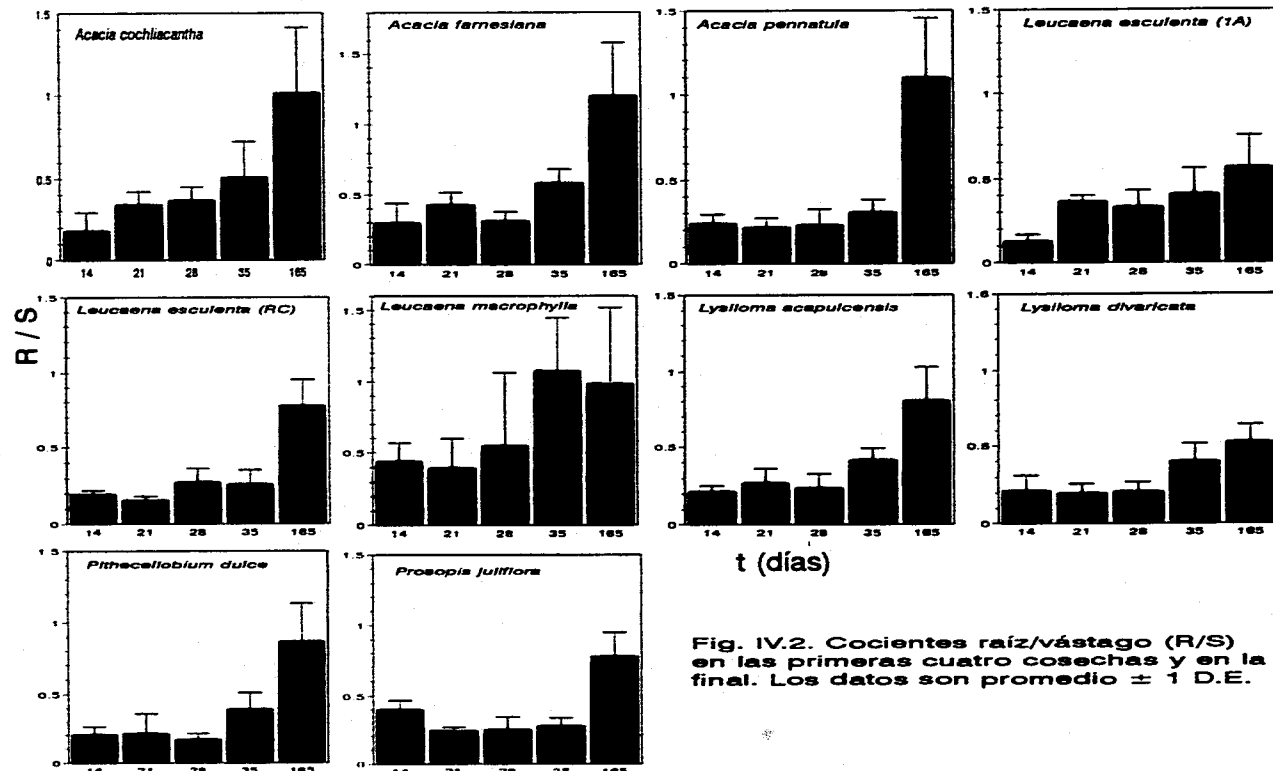


Fig. IV.2. Cocientes raíz/vástago (R/S) en las primeras cuatro cosechas y en la final. Los datos son promedio \pm 1 D.E.

tres especies del género Acacia presentaron los valores más altos en el cociente R/S, mientras que las especies con la menor asignación a raíz fueron L. esculenta (1A) y Lysiloma divaricata (Fig. IV.2, Anexo IV.1a).

Morfología de la Raíz (cociente $\ln R/wSR$).

El ANDEVA para evaluar el efecto de los factores especie y cosecha sobre el cociente $\ln R/wSR$ mostró que ambos factores tienen efecto sobre esta variable, así como también la interacción de ambos (Tabla IV.5). Las pruebas de contrastes ortogonales para la cosecha inicial indicaron que P. juliflora y A. cochliacantha difirieron significativamente de las especies restantes, presentando los valores más altos para este cociente (Tabla IV.6, Fig. IV.3, Anexo IV.1b). También se encontraron diferencias entre especies en la cosecha final (Tabla IV.6). A. farnesiana y A. pennatula presentaron los valores más bajos para esta relación; A. cochliacantha y P. dulce también mostraron valores bajos, pero difirieron significativamente de las especies mencionadas anteriormente y de las restantes (Tabla IV.6; Fig. IV.3; Anexo IV.1b).

DISCUSION.

La variedad de modelos obtenidos para describir el crecimiento de las especies estudiadas muestra que bajo una misma condición de crecimiento existen idiosincranias entre las especies. Es notable la constancia en los tipos de modelos obtenidos en las especies pertenecientes al mismo género, con excepción de A. farnesiana, donde el tipo de modelo ajustado es distinto al que se obtuvo para las otras dos especies de Acacia. Probablemente esta diferencia fue debida al marcado descenso que A. cochliacantha y A. pennatula presentaron al final del experimento, lo cual concuerda con el comportamiento mostrado por P. dulce, donde el modelo obtenido fue también cuadrático. De manera contraria A. farnesiana presentó una tendencia ascendente al final del experimento, patrón que comparte con P. juliflora y las especies del género Lysiloma, y donde el modelo de ajuste para estas tres especies es de tipo cúbico (Fig. IV.4).

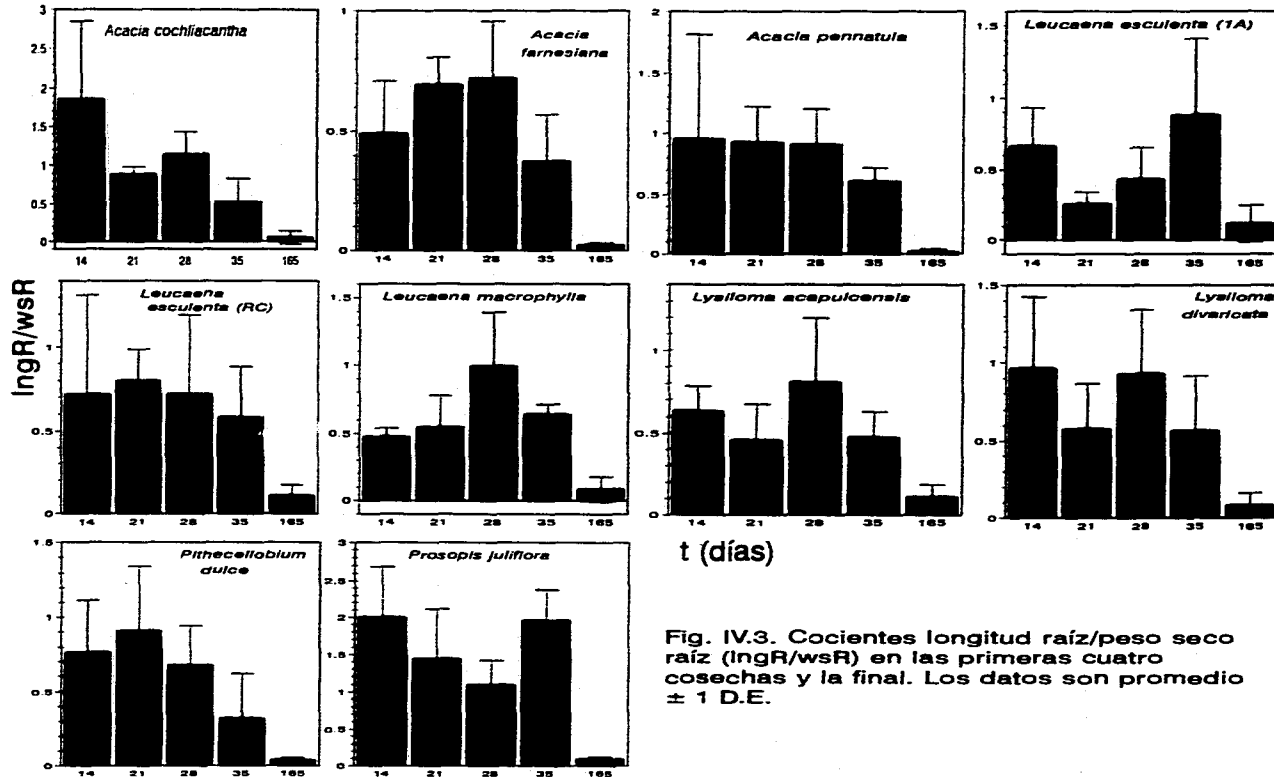


Fig. IV.3. Cocientes longitud raíz/peso seco raíz (IngR/wsR) en las primeras cuatro cosechas y la final. Los datos son promedio \pm 1 D.E.

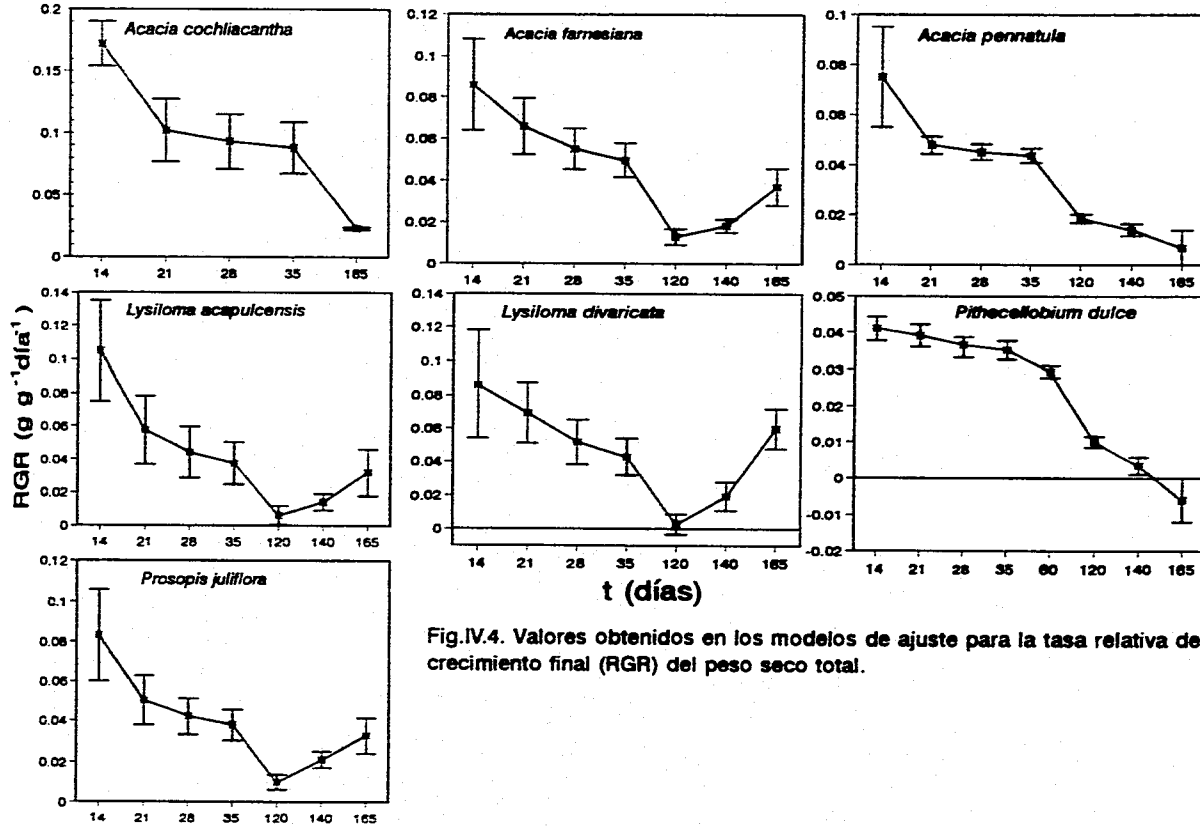


Fig.IV.4. Valores obtenidos en los modelos de ajuste para la tasa relativa de crecimiento final (RGR) del peso seco total.

Aunque inicialmente todas las especies parten de RGR similares, cabe destacar las diferencias obtenidas entre las especies al final del experimento. Lysiloma divaricata presentó el valor de RGR mayor y difirió significativamente de A. pennatula, L. esculenta y P. dulce. Estos resultados señalan las diferencias y semejanzas fisiológicas que las especies presentaron bajo condiciones similares de crecimiento, pues se ha mencionado que la RGR es una resultante de las características fisiológicas de los individuos y que es una valoración de la velocidad con que ocurre el crecimiento en el tiempo (Hunt, 1982).

La utilidad que se desprende de estos aspectos radica en la potencialidad con que cuentan las especies para desarrollarse en un sitio destinado a la reforestación, además facilita la selección de aquellas especies que presenten la mayor velocidad de crecimiento, lo cual podría ser ventajoso al realizar su transplante a los sitios de plantación. En este sentido se puede sugerir que con excepción de P. dulce, única especie que presentó valores de RGR negativos, todas las especies restantes podrían ser introducidas a la plantación dado que presentan tasas de crecimiento similares. No obstante hay que tomar en cuenta que A. cochliacantha y A. pennatula presentaron un comportamiento parecido, aunque no mostraron valores negativos. Por otra parte, también se tiene que considerar que las tendencias mostradas por estas especies podrían cambiar a mayor tiempo de crecimiento, y tal vez se pudiera presentarse un ascenso en la RGR, como sucede con A. farnesiana, P. juliflora y las especies del género Lysiloma después de los 120 días de edad (Fig. IV.4).

La información arriba mencionada, junto con los modelos del crecimiento de las especies ayudaría a planear el momento en que la producción de plantas debe iniciar en el vivero, ya que en función del tiempo y la velocidad de crecimiento de las especies es posible conocer la talla de las plantas en una edad determinada. Esto permitiría acoplar la época del año en que la reforestación debe realizarse, con la obtención de plántulas en vivero que presenten la talla que se requiere para establecer la plantación.

Los resultados de este estudio sugieren que el tamaño de la semilla tuvo un efecto positivo sobre la producción de biomasa (PB) inicial. *P. dulce* tiene las semillas más grandes y mostró la mayor PB inicial; sin embargo, al paso del tiempo este efecto se perdió, ya que en la cosecha final, realizada aproximadamente medio año después de la siembra, se obtuvo la mayor PB en las especies del género *Acacia*.

Diversas investigaciones han explorado las ventajas que un mayor tamaño de semilla puede tener sobre la germinación, establecimiento y crecimiento de las plántulas, y la manera en que dicha variable se relaciona con los hábitos de colonización de las especies (Baker, 1972; Cidecydan y Malloch, 1982; Foster y Janson, 1985; Winn, 1988; Gross y Smith, 1991; Huante, 1992; Huante et al., 1992). Existen controversias al respecto, aunque varios autores coinciden en que el tamaño de las semillas no puede ser considerado como el único factor determinante en las variadas formas en que las especies colonizan distintos ambientes (Winn, 1988; Gross, 1990; Houssard y Escarré, 1991; Sánchez-Coronado, 1993); es decir, el tamaño de las semillas no puede verse por separado de otras características de la historia de vida de las plantas, tales como los mecanismos de dispersión y la longevidad de las semillas (Westoby et al., 1992), así como las formas de crecimiento de las plantas y su asignación de recursos (Gross, 1990). Por otra parte, también se ha propuesto considerar la importancia que pueden tener los factores ambientales como el clima, las condiciones edáficas y las asociaciones simbióticas en el establecimiento de las plántulas (Foster y Janson, 1985).

Algunas especies con semillas grandes desarrollan plántulas con lentas tasas de crecimiento (Westoby et al., 1992), en tanto que otras especies con semillas pequeñas muestran plántulas con RGR relativamente altas (Gross y Smith, 1991). Esto concuerda parcialmente con lo obtenido en este estudio, aunque no se encontraron diferencias significativas entre especies para la RGR inicial, cabe señalar que *A. cocliacantha* tiene las semillas más pequeñas y el valor de RGR inicial mayor. De manera contraria al

final del experimento P. dulce, especie con las semillas más grandes, presentó los valores de RGR más bajos.

Para poder interpretar la manera en que las especies colonizan distintos ambientes, es fundamental conocer además de la RGR las formas de crecimiento de las plantas y como éstas distribuyen sus recursos (Gross, 1990; Lajtha, 1994). Los resultados obtenidos para el cociente R/S mostraron que inicialmente en todas las especies la asignación a estructuras de captación de recursos es similar. Aunque los valores de esta relación difirieron a través del tiempo y entre especies, no fue la especie que tiene las semillas más grandes (P. dulce) la que presentó los valores más altos en el valor de esta relación, ya que las tres especies del género Acacia al final del experimento tuvieron la mayor asignación a raíz. Estos resultados contrastan con lo propuesto por algunos autores (Staton, 1984; Gross, 1990; Gross y Smith, 1991; Huante et al., 1992), quienes sugieren que un mayor tamaño de semilla puede influir en la distribución inicial de recursos para favorecer el establecimiento de las plántulas, ya que esta característica induce a que las plantas asignen tempranamente mayor cantidad de recursos a la formación de estructuras de captación de nutrientes y agua.

Staton (1984) propone que las discrepancias que existen con respecto a las ventajas potenciales que confiere el tamaño de las semillas, se deben en buena parte a que muchas de estas investigaciones sólo se han realizado en condiciones homogéneas o de invernadero, por lo que el tamaño de las semillas puede tener poco efecto en la talla final de las plántulas. Investigaciones que contrastan condiciones de campo y controladas han mostrado que el tamaño de las semillas presenta ventajas en la emergencia y reclutamiento de plántulas en condiciones donde existen gruesas capas de hojarasca, donde la competencia es muy alta, las condiciones ambientales son muy limitantes, o la época de crecimiento es corta (Cidecydan y Malloch, 1982; Staton, 1984; Winn, 1985; 1988; Gross y Smith, 1991; Houssard y Escarré, 1991).

Con estos elementos y considerando que las condiciones en las que se realizó esta investigación se encuentran un tanto alejadas

de aquellas en que las especies se establecen naturalmente, se puede suponer, como un criterio inicial, que todas las especies estudiadas son factibles de incorporarse a la reforestación, dado que en el vivero se libró la etapa de mayor riesgo para las plántulas. En el vivero se controló la latencia de las semillas, la humedad, la profundidad de siembra, la competencia y la depredación.

Los diferentes patrones de asignación de recursos en las plantas varían en función de la especie, la edad, y de las condiciones de crecimiento (Medina, 1977). Esto se observa claramente en la Figura IV.1 para las especies estudiadas. En las cosechas iniciales todas las especies presentaron una mayor proporción de estructuras fotosintéticas, lo cual puede ligarse con el hecho de que estas especies presentan germinación epígea y cotiledones activos, con excepción de *P. dulce* (hipógea). Es interesante observar que la pérdida de cotiledones coincidió con una mayor asignación de recursos a la raíz (Fig. IV.1). Esto a su vez correspondió con la notoria formación de raíces secundarias y la presencia de nódulos activos de fijación de nitrógeno, lo cual pudo observarse en todas las especies al momento de realizar las cosechas.

Estos resultados son útiles para el manejo de plántulas en el vivero, pues la determinación de la edad en la que las plántulas dejan de depender de los recursos cotiledonarios permite programar el momento de su trasplante (de semilleros a envases o camas de crecimiento); además, ayuda a detectar la época propicia para la aplicación de fertilizantes, cuando el medio de crecimiento es inerte o simplemente inadecuado para el desarrollo de las plantas. Para el caso particular de las especies incluidas en esta investigación es recomendable que el trasplante se realice entre los 14 y 21 días de edad, y que la aplicación de fertilizante se haga después de los 35 días.

La información que a la fecha existe sobre las adaptaciones de las plantas en medios con disponibilidad de recursos heterogéneos (Grime, 1974; 1979; Chapin, 1980; 1988) sugiere, entre

otras cosas, que las especies que viven en ambientes fértiles muestran altas tasas de crecimiento, numerosas raíces largas y delgadas con gran capacidad de absorción, y ante estrés nutricional responden incrementando la velocidad de captura y la proporción de raíces con respecto al vástago. En contraparte, las especies adaptadas a ambientes poco fértiles presentan bajas tasas de crecimiento, valores altos del cociente R/S, además de raíces gruesas y profundas de mayor longevidad.

Las diferencias obtenidas entre las especies para los valores del cociente $\ln R/WSR$ pueden interpretarse como diferencias morfológicas en sus raíces. Inicialmente A. cochliacantha y P. juliflora fueron las especies que asignaron la menor biomasa por centímetro de raíz, señalando con ello las raíces más largas y delgadas. A pesar de que existió una tendencia a la disminución en los valores de este índice para todas las especies, al final del experimento se encontró que las especies de los géneros Leucaena y Lysiloma tuvieron las raíces más largas y delgadas, mientras que las especies del género Acacia y P. dulce mostraron las raíces más gruesas. Estos resultados, aunados a los obtenidos para el cociente R/S, señalan que probablemente las tres especies del género Acacia están adaptadas a establecerse y desarrollarse en ambientes más pobres en nutrimentos que las especies restantes.

Tomando en cuenta que en esta investigación no se variaron los contenidos de nutrimentos en el sustrato, de modo que es posible que bajo otras condiciones de crecimiento los patrones morfológicos y de asignación a raíces obtenidos en las especies puedan cambiar, vale la pena considerar los resultados obtenidos por Vargas-Mena (1991), quien evaluó la sobrevivencia y desarrollo de ocho de estas especies (P. dulce no se utilizó) en un programa de reforestación realizado en parcelas agrícolas abandonadas. Sus resultados muestran que la mayor sobrevivencia se presentó en las tres especies del género Acacia, y señalan que las variaciones en la sobrevivencia y desarrollo de las plantas estuvo relacionada con el historial de uso de las parcelas reforestadas. Cuando estos resultados fueron cruzados con las características fisicoquímicas

del suelo (V. Cervantes, datos no publicados), se encontró que en el sitio con las mejores condiciones fisicoquímicas del suelo todas las especies tuvieron alta sobrevivencia y desarrollo aceptable. De manera contraria en los sitios con las condiciones edáficas más pobres las tres especies del género Acacia fueron las que mostraron el mayor porcentaje de sobrevivencia.

El estudio mencionado permite concluir que los índices R/S y $\ln gR/wsR$ obtenidos en condiciones homogéneas de crecimiento, como fue el caso de esta investigación, señalan la potencialidad de las especies para colonizar y desarrollarse en condiciones edáficas limitantes. Además, también constituye un primer acercamiento para seleccionar a las especies más adecuadas en función de las condiciones de perturbación del área que se pretende reforestar.

Otro aspecto de utilidad es el relacionado con el manejo de las plantas en vivero, pues en función de las características de asignación R/S es posible seleccionar un tamaño de envase que no afecte el desarrollo de la raíz. Por ejemplo, es recomendable que en la producción de estas especies se utilice un envase de mayor tamaño en aquellas que mostraron la mayor asignación a raíz, o bien que se desfase la época de producción si se cuenta con un tamaño de envase determinado. La experiencia nos ha probado que un envase de 10 x 25 cm es adecuado para el desarrollo de todas las especies hasta los tres meses de edad.

La altura del tallo en las plantas es comúnmente utilizada en los viveros para decidir cuando las plantas deben ser llevadas a los sitios donde se reforestará. Esto también se toma en cuenta para inferir la potencialidad que pueden presentar las especies para crecer en sitios con problemas de enmalezamiento, bajo el supuesto de que un eficiente crecimiento en tallo favorece mayor altura de las plantas y les permitirá enfrentar adecuadamente la competencia por luz (Ngulube, 1989; Barnet, 1988; Armson y Sadreika, 1979).

Con estos argumentos, se podría pensar que las diferencias obtenidas entre las especies para la longitud del tallo, es un primer acercamiento que indica su habilidad para desarrollarse en

sitios con enmalezamiento. No obstante que esta aproximación parte de condiciones de crecimiento en donde no existió competencia por luz, cabe señalar los resultados obtenidos en las especies del género Leucaena y Lysiloma acapulcensis, las cuales mostraron la menor longitud del vástago. En este caso habrá que poner más cuidado para decidir su trasplante a sitios con problemas de enmalezamiento, o bien tomarlo en cuenta para planear el tiempo de estancia en vivero en función de la altura requerida. En esta decisión hay que considerar que la longitud del tallo no es la única variable que debe ser tomada en cuenta, sino que también tendría que ser complementada con el cociente R/S, ya que estas especies no fueron las que mostraron la menor asignación a raíces. De lo contrario, si las dimensiones del envase en donde crecen las plantas no se adecúan al tiempo de permanencia en vivero, se corre el riesgo de afectar el desarrollo de las raíces de las plantas.

La comparación del crecimiento de las plantas de L. esculenta originadas de semillas recién colectadas (RC) y con un año de almacenamiento (1A) partió de considerar que las semillas de esta especie presentan polimorfismo germinativo, además de una disminución en su viabilidad con el tiempo de almacenamiento (Cervantes et al., en prensa). De todas las variables evaluadas para esta especie en los dos lotes de semillas (1A y RC), sólo en el cociente R/S para la cosecha final se obtuvieron diferencias entre las plantas de ambos lotes. Las plantas de L. esculenta obtenidas de semillas recién colectadas presentaron mayor asignación de recursos a la raíz, difiriendo significativamente de los valores obtenidos en el cociente R/S para L. esculenta (1A) (Tabla IV.6; Fig. IV.2). Probablemente las diferencias en los patrones de asignación están relacionadas con la presencia de esta especie en ambientes primarios y secundarios, y tal vez indiquen las diferencias para establecerse y desarrollarse en ambientes con disponibilidad heterogénea de nutrimentos. Por otra parte, cabe señalar que a pesar de que existe una pérdida importante de la viabilidad de las semillas al año de almacenamiento (Cervantes et al., en prensa) no parece existir una disminución en el vigor de

las plantas originadas de semillas con estas características.

La utilidad que se desprende de esta investigación, por un lado, manifiesta la variedad de formas de crecimiento que presentan las nueve especies estudiadas, aspecto de gran importancia en el diseño y establecimiento de plantaciones que cuenten con una combinación tal de especies que no interfieran en su crecimiento y desarrollo. La combinación de la velocidad de crecimiento, producción y asignación de biomasa, además de la morfología de la raíz permitirá, en un primer acercamiento, contar con algunos elementos de las cualidades de las especies que ayuden a elegir aquellas que muestren atributos idóneos, para tratar de asegurar el establecimiento de las especies en los sitios a reforestar.

Por otro lado, es claro que por medio del conocimiento de sus características de crecimiento se puede hacer un manejo óptimo en vivero para obtener plantas vigorosas. Esta situación es fundamental, pues el éxito de la reforestación en parte depende de la calidad de plantas introducidas.

Considerando que estos resultados surgen de condiciones de crecimiento en vivero, cabe destacar la importancia de hacer un seguimiento del desarrollo de estas especies cuando la reforestación se realice, pues se tienen que tomar en cuenta que las condiciones presentes en un claro natural difieren de las de un sitio abierto por causas antrópicas, ya que las prácticas agropecuarias afectan considerablemente las características del suelo. Esto aportará conocimientos que alimenten las teorías formuladas en torno a la colonización de especies; y permitirá ir construyendo las técnicas para la recuperación de los ambientes deteriorados, con lo cual se podrá contrarrestar la deforestación, se mejorará la calidad del suelo, a la vez que cubrirá las necesidades de bienes de consumo que las poblaciones rurales demandan de sus recursos naturales.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Ma. Esther Sánchez Coronado por su asesoría en el manejo de datos. A Jesús Serrano Lomelín por su ayuda en los análisis estadísticos. Jorge Meave del Castillo realizó una cuidadosa revisión y aportó invaluable sugerencias.

LITERATURA CITADA.

- Aguilera Gómez, L.I. 1986. Estudio sobre la Nodulación de las Leguminosas Silvestres de la Mixteca Oaxaqueña. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Allen, O. y E. Allen. 1981. The Leguminosae. A Source Book of Characteristics, Uses and Nodulations. University of Wisconsin Press. Madison, Wisconsin, USA.
- Anónimo. 1979. Tropical Legumes: Resources for the Future. National Academy of Science (NAS). Washington, D.C. USA.
- Anónimo. 1993. Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México (PACD-MEXICO). FAO-CONAZA-SEDES. México, D.F.
- Arias-Chalico, T. 1993. Manejo y Consumo de Leña en un Municipio Rural de Subsistencia: Alcozauca, Guerrero. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Armson, K.A. y V. Sadreika. 1979. Forest Tree Nursery, Soil Management and Related Practices. Ontario Ministry of Natural Resource. Toronto, Canada.
- Arriaga-Martínez, V. 1991. Fenología de 12 Especies de la Montaña de Guerrero, México: Elementos para su Manejo en una Comunidad Campesina. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Augsburger, K.C. 1984. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. *Journal of Ecology*, 72:777-795.
- Barnett, J.P. 1988. Site preparation, containers and soil types affected field performance of Loblolly and Longleaf pine seedling. pp. 155-158. EN: Proceeding of the Fifth Biennial Southern Silvicultural Research Conference. USDA, Forest Service. New Orleans, Louisiana, EUA.
- Baker, H. 1972. Seed weight in relation to environmental conditions in California. *Ecology*, 53:997-1010.
- Brokaw, N.V.L. 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology*, 66:682-687.
- Casas, A., J. L. Viveros, E. Katz & J. Caballero. 1987. Las plantas en la alimentación mixteca: una aproximación etnobotánica. *América Indígena*, XLVII:317-347.
- Casas, A. 1992. Etnobotánica y Procesos de Domesticación en Leucaena esculenta (Moc. et Sessé ex A.DC.) Benth. Tesis (Maestría en Ciencias). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Cervantes, V., J. Carabias y C. Vázquez-Yanes. (en prensa). Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *Forest Ecology and Management*.
- Cideciyan, M. y A. Malloch. 1982. Effects of seed size on the germination, growth and competitive ability of Rumex crispus and Rumex obtusifolius. *Journal of Ecology*, 70:227-232.
- Chapin, F.S. 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 11:233-260.

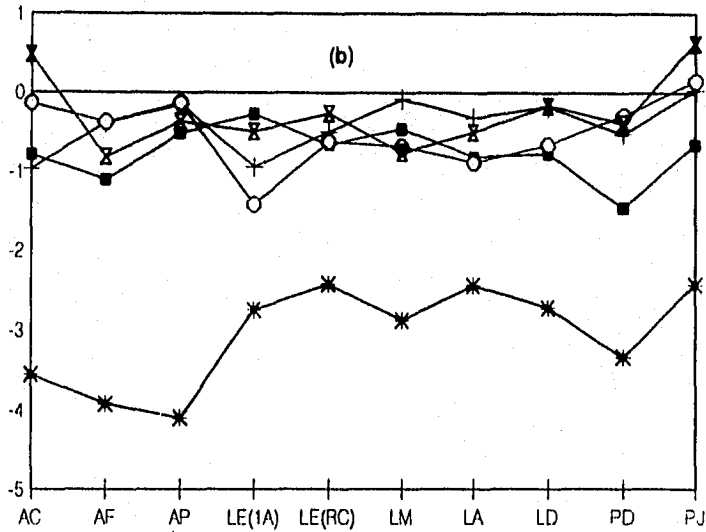
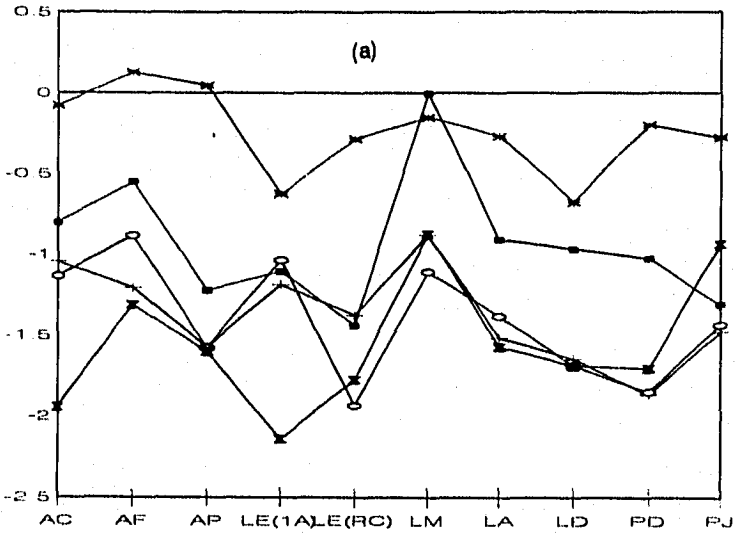
- Chapin, F.S. 1988. Ecological aspects of plant mineral nutrition. *Advances in Mineral Nutrition*, 3:161-191.
- Coombe, D. y W. Hadfield. 1962. An analysis of the growth of Musanga cecropioides. *Journal of Ecology*, 50:221-234.
- Corby, H.D. 1981. The systematic value of leguminous root nodule. pp. 657-669. EN: Polhill, R.M. y P.H. Raven (eds.). *Advances in Legumes Systematics*. Part. 2. Royal Botanic Garden; Kew, Richmond, Surrey. Inglaterra.
- Dart, P. 1977. Infection and development of leguminous nodules. Section III, Biology. EN: Hardy, R. W. (ed). *A Treatise on Dinitrogen Fixation*. Wiley Interscience, Nueva York, USA.
- del Amo, S. y A. Gómez-Pompa. 1985. Crecimiento de estados juveniles de plantas en selva tropical alta perennifolia. pp. 549-559. EN: Gómez-Pompa, A., C. Vázquez-Yanes, S. del Amo y A. Butanda (eds.). *Investigaciones sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México*. I. Cía. Editorial Continental. México, D.F.
- del Amo, S. y J. Nieto. 1985. Crecimiento y edad de árboles tropicales. pp. 129-145. EN: Gómez-Pompa, A. y S. del Amo (eds.). *Investigaciones sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México*. II. Alhambra Mexicana. México D.F.
- Duke, J.A. 1981. *Handbook of Legumes of World Economic Importance*. Plenum Press. Nueva York y Londres.
- Estrada, J.W. y C. Ortiz-Solorio 1982. Plano de erosión hídrica del suelo en México. Su presentación: escala 1:8,000,000, obtenida por la metodología FAO (1979). *Geografía Agrícola*, 3:23-27. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Foster, S. y C. Janson. 1985. The relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. *Ecology*, 66:773-780.
- Grime, J.P. 1974. Vegetation classification by reference to strategies. *Nature*, 250:26-31.
- Grime, J.P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley, Chichester. Reino Unido.
- Gross, K. L. 1984. Effects of seed size and growth form on seedling establishment of six monocarpic perennial plants. *Journal of Ecology*, 72:369-387.
- Gross, K. L. 1990. Mechanisms of colonization and species persistence in plant communities. pp. 173-187. EN: Jordan III, W.R., M. E. Gilpin y J. D. Aber (eds.) *Restoration Ecology: a Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- Gross, K. L. y A. Smith. 1991. Seed mass and emergence time effects on performance of Panicum dichotomiflorum Michx. across environments. *Oecologia*, 87:270-278.
- Guízar, E. y A. Sánchez-Velez. 1991. Guía para el Reconocimiento de los Principales Árboles del Alto Balsas. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México.
- Houssard, C. y J. Escarré. 1991. The effects of seed weight on growth and competitive ability of Rumex acetosella from two sucesional old-fields. *Oecologia*, 86:236-242.
- Huante, P. 1992. Mecanismos de Captura de Recursos de Plántulas de

- la Selva Baja Caducifolia de Chamela, Jalisco. Tesis (Maestría en Ciencias). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Huante, P., E. Rincón y M. Gavito. 1992. Root system analysis of seedlings of seven tree species from a tropical dry forest in Mexico. *Trees*, 6:77-82.
- Hunt, R. y Parson, I. 1974. A computer program for deriving growth functions in plant growth analysis. *Journal of Applied Ecology*, 11:297-307.
- Hunt, R. y Parson, I. 1977. Plant growth analysis: of further applications of a recent curve-fitting program. *Journal of Applied Ecology*, 14:965-968.
- Hunt, R. 1978. *Plant Growth Analysis*. Studies in Biology. No. 96. Edward Arnold, Londres. Reino Unido.
- Hunt, R. 1982. *Plant Growth Curves: An Introduction to the Functional Approach to Plant Growth Analysis*. Edward Arnold, Londres. Reino Unido.
- Kapp, G. 1989. La agroforestería como alternativa de reforestación en la zona atlántica de Costa Rica. CATIE, INFORAT "El Chasqui" No. 21:6-17.
- Lajtha, K. 1994. Nutrient uptake in eastern deciduous tree seedlings. *Plant and Soil*, 160:193-199.
- Llap, J., Y. Camacho, E. Viquez y G. Sánchez. 1990. Comportamiento juvenil de procedencias y familias de Gliricidia sepium de la región de origen. CATIE, INFORAT "El Chasqui" No. 22:7-13.
- Medina, E. 1977. *Introducción a la Ecofisiología Vegetal*. Serie de Biología No. 16. Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C., EUA.
- Murray, F., R. Monk, y C.D. Walker. 1994. The response of shoot growth of Eucalyptus species to concentration and frequency of exposure to nitrogen oxides. *Forest Ecology and Management*, 64:83-95.
- Ngulube, M. 1989. Seed germination, seedling growth and biomass production of eight Central-American multipurpose trees under nursery conditions in Zomba, Malawi. *Forest Ecology and Management*. 27:21-27.
- Ortiz, M., M. Anaya y J. W. Estrada, 1994. Evaluación, Cartografía, y Políticas Preventivas de la Degradación de la Tierra. Colegio de Posgraduados, Universidad Autónoma de Chapingo, Comisión Nacional de Zonas Áridas. Texcoco, México.
- Rzedowski, J., 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México D.F.
- Sánchez-Coronado, M.E. 1993. Estudio Experimental del Establecimiento de las Etapas Tempranas de Siete Especies del Género Piper L. Tesis (Maestría en Ciencias). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Staton, L. M. 1984. Seed variation in wild radish: effect of seed size on components of seedling and adult fitness. *Ecology*, 65:1105-1112.
- Steel, R. y Torrie, H. 1988. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. McGraw-Hill, México D.F.
- Stockdale, M.C. y J.D. Power. 1994. Estimating the length of

- rattan stems. *Forest Ecology and Management*, 64:47-57.
- Toledo-Manzur, C. 1992. Diagnóstico Ecogeográfico y Ordenamiento Ambiental del Municipio de Alcozauca, Gro., a través de un SIG. Tesis (Maestría en Ciencias). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Valverde, T., I. Pisanty y J.E. Rincón. (en prensa). Growth responses of six tropical dune plant species to different nutrient regimes. *Journal of Coastal Research*.
- Vargas Mena, A. 1991. Sobrevivencia y Crecimiento de Leguminosas Utilizadas en la Reforestación de Selva Baja Caducifolia en la Montaña de Guerrero. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Vázquez-Yanes, C. y V. Cervantes. 1993. Estrategias para la reforestación con árboles nativos de México. *Ciencia y Desarrollo*, 113:52-58.
- Westoby, M., E. Jurado y M. Leishman. 1992. Comparative evolutionary ecology of seed size. *Tree*, 7:368-372.
- Whitmore, T.C. y M.R. Bowen, 1983. Growth analysis of some *Agathis* species. *Malaysian Forester*, 46: 186-196.
- Winn, A. 1985. Effects of seed size and microsite on seedling emergence of *Prunella vulgaris* in four habitats. *Journal of Ecology*, 73:831-840.
- Winn, A. 1988. Ecological and evolutionary consequences of seed size in *Prunella vulgaris*. *Ecology*, 69:1537-1544.

ANEXO IV.1

Contrastes ortogonales. En (a) cociente raíz/vástago (R/S), en (b) cociente longitud raíz/peso seco raíz. 102



✕ 14 días ○ 21 días + 28 días ■ 35 días * 165 días

CAPITULO V

DISCUSION GENERAL

V. DISCUSION GENERAL.

La gran cantidad de tierras deforestadas que actualmente presenta México y el poco éxito que los programas de reforestación han mostrado, destaca la importancia de realizar acciones de reforestación que contribuyan al mejoramiento del ambiente y que sean acordes a las condiciones ambientales y necesidades particulares. Para poder diseñar e instrumentar este tipo de programas se requiere contar con la materia prima para realizarlos, es decir el material vegetal adecuado a cada condición. Esto implica que es necesario conocer la biología de las especies vegetales, lo cual permitirá no sólo entender los procesos regenerativos de las comunidades vegetales, sino también, seleccionar aquellos atributos esenciales de su biología que favorezcan la producción masiva de especies nativas en vivero; y que además asegure su establecimiento exitoso en las áreas donde se reforestará.

Las diferentes fases de la historia de vida de las plantas como son la germinación y el establecimiento temprano de las plántulas, el crecimiento vegetativo, la floración y la fructificación, representan el paso de las especies por distintos episodios de riesgo. El éxito de las plantas en cada una de estas fases depende de su habilidad para detectar y responder adecuadamente a las variaciones ambientales, estos mecanismos son diferentes en cada especie y dependen directamente de su historia pasada (Angevine y Chabot, 1979).

Las investigaciones presentadas tocan dos de las fases del ciclo de vida de las plantas, germinación y crecimiento. La combinación de los resultados obtenidos en estas investigaciones con los eventos fenológicos (foliación, floración y fructificación) de las especies en cuestión, permite hacer una serie de inferencias de sus atributos biológicos y una interpretación de su papel en los procesos regenerativos de las comunidades. Estos elementos son de gran importancia y utilidad, ya que permiten generar técnicas de propagación y manejo de las especies de interés para utilizarlas en

la restauración de los ambientes deteriorados.

Aunque todas las especies involucradas en esta experiencia pertenecen a la familia Leguminosae, se encuentra una gran variedad de respuestas dentro de las especies y entre ellas. No obstante, es posible hacer agrupaciones de las especies, que ayudan a entender su afinidad y desarrollo natural en condiciones primarias o secundarias del bosque tropical caducifolio y del bosque espinoso. Estas agrupaciones, bien sea a partir de su comportamiento fenológico, su comportamiento germinativo y sus estrategias de crecimiento, aportan herramientas que en conjunto permiten planear desde el acopio y manejo de germoplasma, hasta diseñar la composición de especies en los sitios que se pretende reforestar. A continuación se describen las agrupaciones que se forman de acuerdo a los atributos biológicos de las especies, posteriormente, se retoma la utilidad que aportan para la propagación de plántulas y establecimiento de plantaciones.

Arriaga-Martínez (1991) describió para estas especies una gran variedad de patrones fenológicos. De acuerdo a sus periodos de foliación de manera general pueden ser agrupadas en deciduas, brevideciduas y perennifolias (Tabla V.1). Las variaciones en los periodos de ganancia de carbono para cada especie se encuentran relacionados con sus épocas de floración y fructificación.

Las especies deciduas y brevideciduas presentan la senescencia y abscisión de hojas durante la época seca del año. En ambos casos el renuevo foliar generalmente surge a finales de esta misma época y casi en todos los casos, el surgimiento de hojas se da conjuntamente con los primordios florales. En el caso de las perennifolias la abscisión y renuevo de hojas es simultáneo, presentando pequeños picos a lo largo de todo el año, y no parece haber relación entre la foliación y floración (Tabla V.1).

A pesar de que se distinguen diferencias en la duración de la floración y estacionalidad de la antesis, en todas las especies existe una tendencia a presentar los frutos maduros en la temporada seca del año (Arriaga-Martínez 1991).

Para las especies con floración en la época seca y frutos

maduros al final de esta misma o inicios de lluvias, la maduración del fruto tarda aproximadamente tres meses. Ejemplos de este tipo son Pithecollobium dulce y Prosopis juliflora (Tabla V.1).

En las especies con floración en el último tercio de la época seca o al inicio de la temporada húmeda, los frutos maduros se presentan hasta la siguiente temporada seca y su maduración toma un lapso de seis a nueve meses; aquí se encuentran Lysiloma acapulcensis, Acacia cochliacantha y Acacia pennatula (Tabla V.1).

En Lysiloma divaricata la floración se presenta en la época de lluvias, y los frutos maduran en el primer tercio de la época seca; el periodo de maduración tarda aproximadamente cinco meses.

Un último grupo incluye a las especies que tienen un periodo extendido de floración que abarca parte de la época de lluvias y parte de la época secas. En éstas los frutos están listos a partir de la segunda mitad de la época seca, ya que requieren un tiempo de maduración de cuatro a siete meses. Aquí se incluye a Leucaena esculenta, Leucaena macrophylla y Acacia farnesiana (Tabla V.1).

Diversos estudios realizados en ambientes tropicales estacionales (Daubenmire, 1972; Frankie et al., 1974; Monasterio y Sarmiento, 1976; Garwood, 1983; Bullock y Solis-Magallanes, 1990) señalan la coincidencia de las especies por presentar los frutos maduros en la época seca. Asimismo, se destaca la importancia que puede tener para la dispersión el hecho de presentar los frutos maduros cuando las especies tienen la menor cantidad de hojas ya que se reduce la interferencia al viento dada por el follaje (Frankie et al., 1974), además de que se incrementa la visibilidad de los frutos. También se menciona que la dispersión en "secas" se ve favorecida al estar más cercana la época de lluvias, pues se evita que las semillas pasen largos periodos en el suelo expuestas a la depredación (Daubenmire, 1972).

La latencia en las semillas y la época de dispersión son características determinantes para que las especies puedan establecerse en medios marcadamente estacionales. Se ha observado que la latencia de las semillas en estos ambientes está sincronizada estacionalmente, pues con esto se asegura que la

germinación y el establecimiento de las plántulas se presente al inicio de las lluvias. Esto permite aprovechar al máximo la corta estación de crecimiento y favorece que la planta pueda establecerse y desarrollar un sistema radicular adecuado que le asegure su sobrevivencia en la próxima estación de sequía (Frankie et al., 1974; Garwood, 1983).

La gran variación en los periodos de floración y la inexistencia de sobrelapamientos en esta fenofase, sugiere que la tendencia a presentar los frutos maduros en la estación seca es un reflejo del tiempo que le toma a cada especie el desarrollo y diferenciación estructural de sus frutos y semillas. Esta situación también parece estar relacionada con las condiciones ambientales en que las especies suelen establecerse. Por ejemplo, los árboles primarios característicos del bosque tropical caducifolio y bosque espinoso, tales como Leucaena esculenta, L. macrophylla, Lysiloma acapulcensis, Lysiloma divaricata, P. dulce y P. juliflora, generalmente presentan periodos cortos de maduración del fruto que varían entre tres y cinco meses (con excepción de L. acapulcensis que requiere seis meses; Tabla V.1). Sus frutos son vainas coriáceas y dehiscentes; únicamente en L. acapulcensis el fruto es fibroso. Las semillas son compresas, oblongas u ovoides, y generalmente no presentan latencia, con excepción de las especies del género Leucaena, en donde cierta proporción de semillas muestran letargo. Bajo condiciones rústicas de almacenamiento todas las especies pierden paulatinamente su viabilidad, la que se manifiesta desde el primer año de almacenamiento (Cervantes et al., en prensa; Tabla V.2).

La dehiscencia de las vainas que permite la rápida liberación de las semillas, y la dispersión generalmente por gravedad que ocurre cuando la temporada de lluvias se encuentra relativamente cercana (Tabla V.1), son características, que asociadas a la ausencia de latencia en las semillas, favorecen que ellas pasen cortos periodos de tiempo en el suelo y que germinen en cuanto comienza la época húmeda. No obstante, hay que considerar que si bien la dispersión se presenta cercana a las lluvias, también es la

Tabla V.2. Características de los frutos y semillas de las especies de la vegetación primaria del bosque tropical caducifolio y bosque espinoso. COR-D= coriáceo dehiscente, FIB-D= fibroso dehiscente, CARN-D= carnoso dehiscente, CARN-I= carnoso indehiscente.

ESPECIE	TIPO DE FRUTO	TIPO DE SEMILLA	FORMA DE DISPERSION	FORMA SEMILLA	CAPACIDAD DE GERMINACION (%)		BANCO DE PLANTULAS
					3 meses	3 años	
<u>Leucaena esculenta</u>	COR-D	POLIMORFICA	VIENTO SEMILLAS	COMPRESA CIRCULAR	93.3	51.1	SI
<u>Leucaena macrophylla</u>	COR-D	POLIMORFICA	VIENTO SEMILLAS	COMPRESA CIRCULAR	44.4	22.2	SI
<u>Lysiloma acapulcensis</u>	FIB-D	QUIESCENTE	GRAVEDAD FRUTOS	COMPRESA CIRCULAR	90.0	60.0*	SI
<u>Lysiloma divaricata</u>	COR-D	QUIESCENTE	VIENTO SEMILLAS	COMPRESA OBLONGA	91.1	38.8	SI
<u>Pithecellobium dulce</u>	CARN-D	QUIESCENTE	GRAVEDAD SEMILLAS	REDONDEADA	80.0	46.0*	SI
<u>Prosopis juliflora</u>	CARN-I	QUIESCENTE	GRAVEDAD FRUTOS	REDONDEADA	88.0	60.0*	?

* Datos preliminares al año de almacenamiento.

época del año en la que se encuentran las más altas temperaturas del aire y la menor cobertura vegetal, lo cual implica que la temperatura del suelo alcance su máximo. Probablemente, las diferencias que muestran las especies en sus periodos de dispersión, la quiescencia diferencial que puede existir en sus semillas y la presencia de polimorfismo germinativo que algunas especies muestran, como es el caso de las especies del género Leucaena, sea la forma en que las semillas de estas especies enfrentan este corto periodo de condiciones desfavorables para la germinación y establecimiento.

Por el contrario las especies pertenecientes a la vegetación secundaria, tales como Acacia cochliacantha, A. farnesiana y A. pennatula, presentan frutos con largos periodos de maduración (siete a nueve meses; Tabla V.1), los cuales además son leñosos, indehiscentes, con septos compactos y resistentes (Tabla V.3). La dispersión ocurre desde la primera mitad de la época seca (Tabla V.1).

Las semillas son esferoides y presentan latencia innata dada por impermeabilidad de la testa (testa dura). Asimismo, muestran diferencias en la dureza de sus semillas, ya que ésta varía entre especies y entre cohortes de una misma especie. En condiciones rústicas de almacenamiento presentan largos periodos de viabilidad (Cervantes et al., en prensa; Tabla V.3).

La impermeabilidad de la testa permite aumentar el tiempo de vida en muchas semillas, lo que favorece que la germinación se distribuya más ampliamente tanto en el tiempo como en el espacio (Crocker y Barton, 1953). Aunque el papel de la impermeabilidad de la testa en condiciones naturales permanece incierto, es muy probable que esta característica les permita formar en el suelo bancos permanentes de semillas (Grime et al., 1981).

Algunos autores han sugerido que la lenta germinación y desarrollo de las plantas originadas de semillas con estas características las pone en desventaja para competir y colonizar otros sitios (Harrington, 1916, Nelson et al., 1964, ambos citados en Rolston, 1978). Sin embargo, en condiciones naturales las

Tabla V.3. Características de los frutos y semillas de las especies de la vegetación secundaria del bosque tropical caducifolio y bosque espinoso. LEN-I= leñoso indehisciente.

ESPECIE	TIPO DE FRUTO	TIPO DE SEMILLA	FORMA DE DISPERSION	FORMA SEMILLA	CAPACIDAD DE GERMINACION (%)		AGENTES DISPERSORES
					3 meses	3 años	
<u>Acacia cochliacantha</u>	LEN-I	LATENTE	GRAVEDAD FRUTOS	ESFÉRICA	75.6	94.4	CAPRINOS EQUINOS BOVINOS
<u>Acacia farnesiana</u>	LEN-I	LATENTE	GRAVEDAD FRUTOS	ESFÉRICA	98.9	95.5	CAPRINOS EQUINOS BOVINOS
<u>Acacia pennatula</u>	LEN-I	LATENTE	GRAVEDAD FRUTOS	ESFÉRICA	79.9	75.5	CAPRINOS EQUINOS BOVINOS

semillas llegan a ser permeables por la acción de distintos agentes tales como el humedecimiento y secado sucesivo, la abrasión de la testa, las fluctuaciones diurnas de temperatura, y por el paso a través del tracto digestivo de animales, bien sea por la acción de ácidos gástricos o por las condiciones de humedad y temperatura que el excremento de los animales provee a las semillas (Rolston, 1978; Cavanagh, 1980; Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1993). Asimismo, la facultad que tienen las semillas de testa dura para hacer permeables sus semillas cuando se presentan intensas fluctuaciones de temperatura, como es el caso de los sitios desprovistos de vegetación, muy probablemente sea un mecanismo de detección de claros (Grime et al., 1981; Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1993, 1994) .

Generalmente los árboles que pertenecen a la vegetación primaria del bosques tropical húmedo y del bosque templado producen semillas recalcitrantes. Este tipo de semillas se dispersa con cortos periodos de quiescencia y mínima latencia, características que varían en función del tipo de ambiente, pero que las facultades para germinar tan pronto como lleguen al suelo. Dichas características reflejan la adaptación de las semillas para germinar bajo condiciones específicas, además de las diferencias en longevidad ecológica (tiempo que una semilla pueden conservar su viabilidad o capacidad óptima de germinar en condiciones naturales una vez que ha caído al suelo; Vázquez-Yanes, 1987) que puede existir en la naturaleza (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1994). Este comportamiento puede deberse a que el tiempo de viabilidad de las semillas y la duración de la latencia son características fundamentales en la determinación del reclutamiento y supervivencia de los individuos en ciertos ambientes. Por ello, las especies que habitan medios más continuos y estables pueden presentar una viabilidad de duración variable, ya que de ello no depende la supervivencia de la especie (Vázquez-Yanes, 1985).

A diferencia de las semillas recalcitrantes, las ortodoxas presentan adaptaciones estructurales y fisiológicas que favorecen su almacenamiento por largos periodos, lo cual implica una alta

longevidad potencial (tiempo máximo que una muestra de semillas conserva su viabilidad o capacidad óptima de germinar bajo condiciones controladas de almacenamiento; Vázquez-Yanes, 1987). Estas adaptaciones también les permiten permanecer en condiciones naturales por largos periodos en estado de latencia, cuando las condiciones ambientales para germinar y establecerse no son propicias, lo que se relaciona con la habilidad de las semillas para formar bancos de germoplasma y colonizar ambientes nuevos. Las semillas ortodoxas son típicas de ambientes áridos, semiáridos y marcadamente estacionales, pero también son muy frecuentes en especies con hábitos colonizadores de distintos ambientes y diversas formas de vida (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1994).

Las tendencias obtenidas en esta investigación para las especies de la vegetación primaria con respecto a las épocas de dispersión, características de la semilla y su peculiaridad para formar bancos de plántulas en condiciones naturales una vez iniciadas las "lluvias" (Tabla V.2), sugiere que las semillas de estas especies pueden ser semi-recalcitrantes o recalcitrantes y quizá muestren corta longevidad ecológica.

De manera contraria, los patrones obtenidos para las tres especies del género Acacia en lo referente a sus épocas de dispersión (que coincide con la época del año con menor disponibilidad de recursos forrajero), agentes dispersores, características de su semillas, y las condiciones de perturbación en las que usualmente se presentan son aspectos que asociados entre sí inducen la ruptura de latencia en las semillas (Tabla V.3). Asimismo, algunas de estas características permiten que las semillas permanezcan por mayor tiempo en el suelo, lo que favorece su presencia en el banco de semillas, y de este modo aumentar la posibilidad de germinar y establecerse cuando las condiciones ambientales son más favorables. Por estas razones, probablemente las semillas de estas especies muestren una longevidad ecológica y potencial mayor que las semillas de las especies primarias.

Es importante tomar en cuenta que las características descritas para las semillas recalcitrantes están basadas en

estudios de bosques templados y tropicales perennifolios, y escasamente han sido documentado para el bosque tropical caducifolio y bosque espinoso. Extrapolar el comportamiento de este tipo de semillas a las de los árboles primarios de los bosques estacionales puede ser riesgoso, ya que una manipulación inadecuada de las semillas, como puede ser el desecamiento muy rápido y/o excesivo, puede propiciar la pérdida de viabilidad en semillas típicamente ortodoxas, aún bajo condiciones óptimas de almacenamiento. Desafortunadamente, existen pocas investigaciones relacionadas con este tema para los ambientes tropicales estacionales de México, esto señala la importancia de realizar estudios de la ecofisiología de la germinación para estos sitios, sobre todo si se toma en cuenta que buena parte del territorio nacional presenta ambientes de esta naturaleza.

Como se mencionó en el primer capítulo de esta tesis, son varias las limitantes que se presentan en los programas de reforestación en México, destacando el escaso acervo de especies con las que se realiza esta actividad y el desconocimiento de las técnicas más adecuadas para propagar especies nativas útiles en vivero. Es evidente que para poder realizar programas de reforestación con este tipo de especies, se debe tomar en cuenta el papel tan importante que juegan tanto los bancos reservorios de germoplasma, como el dominio de las técnicas para la propagación masiva de plantas en vivero, ya que en una primera instancia el éxito de esta actividad estará determinada por la producción de plantas en tipo de especies y número de éstas.

En el capítulo III se muestra cómo utilizando y adecuando los métodos de estudio que la ecofisiología de la germinación ha generado, es posible lograr la propagación masiva y continua de especies nativas en vivero con técnicas sencillas y accesibles. Por ejemplo, los estudios de germinación permitieron inferir la presencia o ausencia de latencia en las semillas, diseñar y aplicar tratamientos pregerminativos sencillos para romper la latencia, y elegir el tratamiento más efectivo para obtener los óptimos germinativos en cada una de las especies; considerando en éste la

capacidad, velocidad y homogeneidad del proceso.

Todas estas acciones son de considerable importancia para el manejo y propagación masiva de especies en vivero; esto se debe en primer lugar a que involucran diversos aspectos técnicos (Tabla V.4) y en segundo, a que de estos se derivan aquellos relacionados con la planeación y rentabilidad de la producción. El dominio de las técnicas de propagación favorece que los recursos económicos disponibles se usen eficientemente, reduciendo los riesgos en la producción de plantas y evitando desperdicio de materiales.

Los estudios fenológicos (Arriaga-Martínez, 1991) relacionados con el tiempo de maduración de frutos permitieron conocer los sitios y épocas propicias para realizar el acopio de propágulos. La localización de rodales con la mejor producción de frutos y la detección del momento óptimo para hacer su colecta, es decir obtención de semillas fisiológicamente maduras, evitó su pérdida pues la colecta se realizó antes de la dispersión.

Las diferentes respuestas que mostraron las semillas de las especies estudiadas en condiciones rústicas de almacenamiento, dan un primer acercamiento de la longevidad potencial que podrían mostrar bajo condiciones óptimas de almacenamiento. Asimismo, estos resultados muestran la capacidad de las semillas para formar bancos de germoplasma rústicos en el vivero. Por otra parte, el descenso en la capacidad de germinación que presentaron las semillas de las especies de la vegetación primaria, indica la importancia de probar otros métodos de almacenamiento y por lo tanto la necesidad de crear bancos de germoplasma regionales temporales y permanentes. Esto permitirá apoyar adecuadamente a los programas de reforestación, a la vez de contribuir a la conservación *ex situ* de los recursos genéticos nativos.

La combinación de estos resultados con los mencionados para la disponibilidad y época propicia de colecta de frutos, permiten concluir que es factible planear las necesidades de germoplasma en el vivero, ya que esto ayuda a programar el acopio de propágulos, tanto para las especies con semillas de longevidad (tiempo que una muestra de semillas puede conservar su viabilidad o capacidad

Tabla V.4: Aspectos de utilidad técnica derivados de los estudios de germinación para la propagación masiva de especies en el vivero.

-
- Tiempo requerido para que inicie y termine el proceso germinativo
 - Número de plántulas que se reclutarán
 - Elección de la técnica de siembra (directa o por semillero) dependiendo de la calidad del lote de semillas
 - Tiempo de resiembra de semillas
 - Obtención de edades homogéneas en las plántulas - tallas similares
 - Número de semillas a sembrar en función de número de plantas requeridas
 - Cantidad de germoplasma necesario por especie
-

óptima de germinar en estado latente, Vázquez-Yanes, 1987) larga, como para las que mostraron una longevidad más corta.

El conocimiento de la estructura y morfología de frutos y semillas son elementos de gran utilidad, por una parte ayudan a diseñar métodos adecuados y eficientes para hacer la extracción de las semillas y su manipulación. Por otra parte, permite planear el tiempo que toma estas actividades para cada una de las especies y los requerimientos de mano de obra, aspectos estrechamente relacionados con la planeación y rentabilidad de la producción en vivero.

Todo lo mencionado anteriormente favorece la propagación continua y oportuna de plántulas en especie y cantidad, sin embargo existen otros componentes que también son de importancia para producir plantas de alta calidad, estos son los relacionados con las características de crecimiento de las especies y su manejo adecuado en el vivero.

El crecimiento de una planta es el resultado de un conjunto de procesos fisiológicos que ocurren simultáneamente en el individuo, y de manera general se puede decir que es el resultado de un balance entre el suministro y la demanda de carbono y nutrientes (Marshall y Porter, 1991). Asimismo, el crecimiento está determinado genéticamente, pero el grado en que se alcanzan las potencialidades hereditarias del individuo está regulado por la influencia del ambiente (Kozlowski et al., 1991). Si se toma en cuenta la gran cantidad de cambios que ocurren en la dinámica de los ambientes estacionales con la llegada de las lluvias, entre los que se encuentran el rápido resurgimiento de hojas en los individuos de la comunidad (Monasterio y Sarmiento, 1976; Bullock y Solís-Magallanes, 1990; Arriaga-Martínez, 1991), el incremento en la descomposición del material vegetal y contenido de nutrientes (Martínez-Irizar, 1980; Murphy y Lugo, 1986; Patiño, 1990), y los drásticos cambios de temperatura y de disponibilidad de agua en el suelo (Martínez-Irizar, 1980; Murphy y Lugo, 1986), parecería lógico suponer que las plantas en estos ambientes están adaptadas a responder a estos abruptos cambios de disponibilidad de recursos,

aprovechándolos al máximo por medio de un eficiente crecimiento, aspecto fundamental sobre todo si se considera que la época propicia para el crecimiento de los individuos es muy corta. Esta eficiencia aunada a una serie de mecanismos fisiológicos y estructurales que las especies pueden desplegar, es la condición que las posibilita para enfrentar y resistir el próximo periodo de sequía, en espera de la siguiente temporada húmeda (Monasterio y Sarmiento, 1976).

El óptimo fisiológico de una especie refleja las propiedades funcionales del individuo, mientras que el óptimo ecológico se refiere a la capacidad de supervivencia del individuo en una comunidad (Medina, 1977). Seguramente las tasas de crecimiento mostradas por las especies estudiadas están influenciadas por el hecho de que bajo las condiciones de estudio, ellas tuvieron acceso continuo al agua. Aunque a través del tiempo existieron diferencias, éstas tienden a disminuir de tal manera que, al final del experimento, de las nueve especies evaluadas, sólo *L. divaricata* y *P. dulce* presentaron RGR distintas (Cap. IV-Tabla IV.3). Esto sugiere que las características de crecimiento mostradas son un reflejo de la potencialidad fisiológica que pueden presentar cuando uno de los recursos limitantes, como es el agua en los ambientes estacionales, está continuamente disponible.

Las plantas presentan diferentes patrones de asignación de sus recursos. La variación en éstos es un proceso complejo en el que se encuentran involucradas tanto características intrínsecas de las especies como factores ambientales (Medina, 1977). Se ha sugerido que las diferentes formas en que las plantas modifican y distribuyen sus estructuras son una respuesta a los cambios en la disponibilidad de recursos que se presenta en condiciones naturales (Bradshaw, 1965; Grime, 1979; Grime et al., 1986; Tilman, 1988; Huante, 1992). La capacidad para responder a estos cambios que la mayoría de las especies muestra, es debida a que ellas pueden realizar ajustes plásticos en el tamaño, distribución y morfología de sus órganos. Esta plasticidad puede manifestarse en la modificación de la asignación interna de sus recursos, y también

puede relacionarse con patrones de asignación de materia seca entre la parte aérea y la parte subterránea (Aung, 1974; Bloom et al., 1985; Crick y Grime, 1987; Grime et al., 1988; Jackson y Caldwell, 1989).

Las especies adaptadas a vivir en suelos pobres en nutrientes tienen una gran biomasa de raíces y un alto cociente raíz /vástago, esta característica incrementa la posibilidad de captura de nutrimentos presentes en el suelo de manera heterogénea (Aung, 1974; Bloom et al., 1985; Huston y Smith, 1987; Huante, 1992). Asimismo, se ha mostrado que un sistema de enraizamiento superficial con muchos pelos radiculares facilita la toma inmediata de nutrientes liberados por la hojarasca, evitando así su pérdida (Jordan, 1989).

Chapin (1980, 1988) ha relacionado las características de crecimiento y asignación de recursos de las plantas con las condiciones de fertilidad del sitio donde las especies han evolucionado. Las especies adaptadas a vivir en suelos infértiles presentan tasas de crecimiento bajas, sostenidas por tasas bajas de absorción de nutrientes. Estas especies maximizan la captura de nutrimentos a través de un alto valor en el cociente R/S, asociaciones micorrízicas y raíces gruesas y profundas longevas.

Aunque las condiciones de crecimiento para las nueve especies trabajadas en este estudio no tuvieron distinción en cuanto al sustrato, humedad y disponibilidad de luz, cabe recordar las diferencias mostradas por las especies en la asignación de recursos, morfología de su raíz y producción total de biomasa (Tabla IV.3; IV.6). Las diferencias en estas variables destacan a las especies pertenecientes a la vegetación secundaria, en particular las del género *Acacia*, ya que éstas presentan una mayor asignación de recursos a la formación de estructuras de captura, mayor biomasa por unidad de longitud de raíz y mayor producción de biomasa total. Contrariamente, las especies que presentan las raíces más delgadas (menor biomasa por centímetro de raíz), menores valores en el cociente R/S y la menor producción de biomasa total son las que generalmente se establecen en la vegetación primaria

del bosque tropical caducifolio (Cap. IV).

Probablemente las diferencias obtenidas entre las especies para estas variables de respuesta, son característica intrínseca que indican su relación con las condiciones ambientales en que suelen establecerse. Así, los valores del cociente R/S mostrado por las especies del género *Acacia*, aunados a las características morfológicas de sus raíces y su producción de biomasa seca total, sugieren que ellas están adaptadas a vivir en medios más pobres que las especies pertenecientes a la vegetación primaria.

Considerando que dichos resultados no provienen de experimentos en los cuales se manejaron sustratos diferentes, y que éstos podrían ser distintos en función de las peculiaridades plásticas morfológicas o fisiológicas que las especies pueden desplegar ante variaciones en la disponibilidad de recursos, sería arriesgado tratar de obtener conclusiones referentes a los hábitos de colonización de estas especies y sus preferencia por ambientes primarios o secundarios, solamente tomando en cuenta sus características de crecimiento. Por esto, la separación más clara en sus preferencias ambientales está dada por la combinación de las características germinativas y de crecimiento, ya que su análisis combinado permite la formación de grupos más naturales de especies que comparten una serie de atributos biológicos. La formación de grupos entre especies primarias y secundarias no pretende encasillarlas en un comportamiento rígido, sino más bien tomar de toda la diversidad existente en cada una de ellas, aquellos elementos en común que nos ayuden a entender los aspectos más esenciales de la biología de las especies, y que permita contar con bases sólidas para su propagación, manejo y aprovechamiento.

Aunque los argumentos arriba expuestos proporcionan una imagen parcial de la biología de estas especies, es importante considerar que de estos estudios se desprenden una serie de elementos que permiten entender la afinidad ambiental de las especies, los factores que se involucran en ésta, y una serie de herramientas útiles para que las especies puedan ser propagadas masivamente con métodos sencillos y accesibles.

De los estudios de crecimiento que se realizaron (Cap. IV), también se obtuvieron varios criterios de utilidad práctica. Por ejemplo, la tasa relativa de crecimiento permitió conocer la velocidad y cambios del proceso a través del tiempo, así como también las diferencias y semejanzas entre especies. Estos resultados permiten determinar en qué momento las semillas deben sembrarse para obtener la talla deseada y el tiempo de estancia que se requiere en el vivero para obtenerla. Ambos aspectos son de crucial importancia, ya que en función de estos se asegura que las plantas presenten la edad adecuada en la época propicia para realizar la plantación, esto es esencial debido a la corta duración de las lluvias en estos ambientes.

De las diferencias obtenidas entre las especies en los patrones de asignación de recursos y la morfología de raíces también se desprenden aspectos de utilidad, los cuales están relacionados con el manejo de las especies en vivero y el método de cultivo a emplear (Tabla V.5).

El conocimiento de las velocidades de crecimiento y las características de asignación en cada una de las especies, en función de la talla y vigor esperado en un cierto tiempo, permitirá probar diferentes densidad de siembra, cuando el método de cultivo sea por camas de crecimiento, lo cual favorecerá la elección de una densidad que asegure el mayor número de plantas, con las características deseadas a los menores costos de producción.

Los resultados de este estudio también permiten realizar un acercamiento en la elección de especies para configurar la composición de los sitios a reforestar. Para ello es necesario tomar en cuenta, las distintas formas de crecimiento que las especies mostraron, y los ambientes en que éstas podrían tener mayores probabilidades de establecimiento. Por otra parte, la combinación de estos resultados con la fenología de estas especies, en lo referente a sus estrategias de floración, foliación y fructificación, ayudan a diseñar una combinación de especies que involucre el uso futuro que se pretenda dar a los sitios reforestados, considerando en ello la disponibilidad de recursos

Tabla V.5. Aspectos de utilidad técnica derivados de los estudios de crecimiento, particularmente asignación de recursos, para lograr un manejo adecuado de las plantas en el vivero.

-
- Tiempo de repique de plántulas cuando la técnica de siembra utilizada es por semilleros.
 - Tiempo de aplicación de nutrientes si el medio de crecimiento es inerte y el método de cultivo es por envases individuales.
 - Elección del método de cultivo en vivero (camas de crecimiento o envases individuales) en función de las características de crecimiento y morfológicas de la raíz.
 - Elección del tipo y tamaño de envase acorde a las características de asignación entre el vástago y la raíz.
 - Tiempo que las plántulas pueden permanecer en un envase de dimensiones definidas, para evitar lesiones o malformaciones en la raíz.
-

(flores, frutos, hojas, etc.) que las especies aportarán en el tiempo. Asimismo, dependiendo de los objetivos para lo cual se diseñe la plantación y su utilidad futura, se podrá considerar la pertinencia de introducir especies con crecimiento lento.

Los aspectos de utilidad práctica antes reseñados aseguran la propagación masiva de plántulas de buena calidad y de manera continua, lo cual constituye uno de los aspectos prioritario para poder realizar programas de reforestación. No obstante, es pertinente tomar en cuenta que para asegurar el éxito en esta actividad, también es de fundamental importancia conocer las características de deterioro que la reforestación debe atender. De lo contrario, independientemente del dominio de las técnicas de propagación de las especies, el éxito puede ser parcial o completamente nulo. Por ello, la puesta en práctica de acciones que pretendan la rehabilitación o restauración de las áreas deforestadas deben partir del conocimiento del tipo y grado de deterioro que se pretende atender. El conocimiento de estos aspectos dará la pauta para seleccionar las especies que mejor respondan a las condiciones existentes.

En la medida en que se diseñen líneas de investigación conjuntas, que por un lado se aboquen a conocer y tipificar las características de deterioro de los sitios deforestados y las causas que lo han generado, y que por otro conduzcan al conocimiento de los atributos biológicos que deben tener las especies que se introduzcan para la recuperación de estos ambientes, se podrá rehabilitar la gran cantidad de áreas deforestadas que actualmente muestra el país. Esto permitirá hacer uso de la gran biodiversidad con la que aún se cuenta, y de manera indirecta se contribuirá a la conservación in situ de los recursos nativos.

Otro punto medular en el diseño de estrategias de mejoramiento del ambiente, es la claridad de los objetivos de los programas de reforestación. La puesta en práctica de estos programas en áreas urbanas o de asentamiento poblacional rural no pueden dirigirse de la misma manera ni con las mismas especies, que en aquellas en

donde se pretende la rehabilitación o restauración de áreas que han sido deterioradas por las prácticas agropecuarias y/o forestales; así como tampoco, en donde se pretende establecer plantaciones con fines de producción de celulosa o algún otro producto forestal. Sólo teniendo muy claras estas diferencias a la vez de realizar evaluaciones rigurosas y sistemáticas de las acciones realizadas, se podrán replantear o diseñar diversas estrategias de mejoramiento del ambiente acordes a cada condición ambiental y objetivo particular.

Por otra parte, habría que considerar que el diseño y ejecución de los programas de reforestación en áreas rurales no pueden realizarse al margen de la población, pues para lograr su aceptación y éxito se debe partir de atender las necesidades y demandas que los pobladores tienen de sus recursos naturales. En la medida en que se atiende la base material donde los campesinos sustentan sus prácticas productivas, con alternativas que por un lado promuevan la rehabilitación de las áreas degradadas, i.e., donde ya no es posible la producción (sensu Landa et al., en prensa), es decir prácticas correctivas; y por el otro que eviten la degradación de las áreas en uso productivo, a través de prácticas preventivas; se estará en condiciones de generar estrategias útiles y atractivas para los productores, lo cual favorecerá su participación y compromiso para este tipo de actividades.

También hay que considerar que el establecimiento de estas prácticas demanda mayor cantidad de trabajo por parte de los agricultores, además de competir en tiempo con el desarrollo de las prácticas agrícolas. Esto señala la importancia de apoyar a los productores interesados en realizar este tipo de prácticas, lo cual no implica seguir con los esquemas paternalistas que los programas federales y estatales realizan, y que han propiciado actitudes inconvenientes en los campesinos; sin embargo, tampoco se puede dejar recaer en los productores todo el trabajo y recursos económicos que estas actividades demandan para su desarrollo, aun y cuando los beneficios obtenidos por estas obras sea para mejorar

y mantener sus recursos naturales.

Finalmente, habría que considerar que para que un programa de reforestación tenga resultados exitosos se debe reconocer los diferentes componentes que un proceso de reforestación implica. En la medida en que las instituciones encargadas de realizar esta actividad acepten las carencias que tienen en cada una de estas fases, estarán en condiciones de priorizar el mejoramiento del ambiente y no las metas en número de plantas producidas, a las que en el mejor de los casos, no se les garantiza transplante y mantenimiento adecuado.

Por ello, es de suma importancia reconocer rezagos e inercias, además de establecer claramente el papel y responsabilidad que a cada actor corresponde; involucrando en ello la investigación básica necesaria, la planeación y operación de los programas, y la evaluación de las actividades realizadas. Esto ayudará a generar una política de restauración y conservación del ambiente que parta de conocer las deficiencias que tienen que ser subsanadas, además de dirigir y priorizar los recursos económicos y humanos existentes. La combinación de todos los elementos mencionados permitirá lograr una política en esta materia congruente con las condiciones, características y necesidades del país.

LITERATURA CITADA.

- Angevine, M. y B. Chabot, 1979. Seed germination syndromes in higher plants. pp. 179-206. EN: Solbring, O., J. Subdoh y G. B. Johnson (eds.). Topics in Plant Population Biology. Columbia University Press. New York.
- Arriaga Martínez, V. 1991. Fenología de Doce Especies de la Montaña de Guerrero, México; Elementos para su Manejo en una Comunidad Campesina. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Aung, L.G. 1974. Root-shoot relationships. EN: Carson, E.W. (Ed.). The Plant Root and its Environment. University Press. E.U.A., Virginia.
- Bloom, A.J., F.S. Chapin y H.A. Mooney. 1985. Resources limitation in plantas - an economy analogy. Ann. Rev. Ecol. Syst. 16: 363-392.
- Bradshaw, A.D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. Advances in Genetics, 13: 115-155.
- Bullock, S. H. y A. Solís-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. Biotropica. 22(1):22-35.
- Cavanagh, A. K. 1980. A review os some aspects of the germination of acacias. Proc. Roy. Soc. Vict. 91:161-180.
- Cervantes, V., J. Carabias y C. Vázquez-Yanes (en prensa). Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. Forest Ecology and Management.
- Chapin, F.S. 1980. The mineral nutrition of wild plants. Ann. Rev. Ecol. Syst. 11: 233-260.
- Chapin, F.S. 1988. Ecological aspects of plant mineral nutrition. Advances in Mineral Nutrition. 3: 161-191.
- Crick, J.C. y J.P. Grime. 1987. Morphological plasticity and mineral nutrient capture in two herbaceous species of contrasted ecology. New Phytologist. 107: 403-414.
- Crocker, W. y L. V. Barton. 1953. Physiological of Seed. An Introduction to the Experimental Study of Seed and Germination Problems. Chronica Botanica, Waltham, Massachusetts. 267 pp.
- Daubenmire, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. Journal of Ecology. 60:147-170.
- Frankie, G. W., H. G. Baker y P. A. Opler. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. Journal of Ecology. 62:881-913.
- Garwood, N. C. 1983. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study. Ecological Monographs. 53: 159-181.
- Grime, J.P. 1979. Estrategias de Adaptación de las Plantas y Procesos que Controlan la Vegetación. Ed. Limusa. México, D.F.
- Grime, J.P., G. Mason, A. V. Curtis, J. Rodman, S. R. Band, M. A. G. Mowforth, A. M. Neal y S. Shaw. 1981. A comparative study of germination characteristics in a local flora. Journal of Ecology. 69:1017-1059.

- Grime, J.P., J.C. Crick y E. Rincón. 1986. The ecological significance of plasticity. En: Jennings, D.A. y A.J. Trewavas (Eds.). *Plasticity in Plants*. The Company of Biologist Limited, University of Cambridge. Cambridge, R.U.
- Huante, M. del P. 1992. Mecanismos de Captura de Recursos de Plántulas de la Selva Baja Caducifolia de Chamela, Jalisco. Tesis de Maestría (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Huston, M. y T. Smith. 1987. Plant succession: life history and competition. *Am. Nat.* 130: 603-610.
- Jackson, R.B. y M.M. Caldwell. 1989. The timing and degree of root proliferation in fertile soil microsite for three cold-desert perennials. *Oecologia*. 81: 149-153.
- Jordan, C. F. 1989. An Amazonian Rain Forest. The Structure and Functioning of a Nutrient Stressed Ecosystem and the Impact of Slash-and-Burn Agriculture. UNESCO. París, Francia.
- Kozlowski, T.T., P.J. Kramer y S.G. Pallardy. 1991. *The Physiological Ecology of Woody Plants*. Academic Press. San Diego, California.
- Landa, R., J. Meave y J. Carabias (en prensa). Environmental deterioration in rural Mexico: an examination of the concept. *Ecological application*.
- Marshall, B. y Porter, J.R. 1991. Plant-soil relationships: acquisition of mineral nutrients by roots from soil. En: Porter, J.R. y D. W. Lawlor (Eds.). *Plant Growth: Interaction with Nutrients and Environment*. Cambridge University Press, Inglaterra.
- Martínez-Yrizar, A. 1980. Tasas de Descomposición de Materia Orgánica Foliar de Especies Arbóreas de Selvas en Clima Estacional. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Medina, E. 1977. Introducción a la Ecofisiología Vegetal. Serie de Biología No. 16. OEA, Washington, D.C.
- Monasterio, M. y G. Sarmiento. 1976. Phenological strategies of plants species in the tropical savannah and the semideciduous forest of the Venezuela llanos. *J. Biogeogr.* 3:325-356.
- Murphy, P. y E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Ann. Rev. Ecol.* 17:67-88.
- Patifio, C. 1990. Variación Espacial y Temporal de la Capa de Hojarasca (Mantillo) en una Selva Baja Caducifolia en Chamela Jalisco, México. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Rolston, M. P. 1978. Water impermeable seed dormancy. *Botanical Review*. 44:365-396.
- Tilman, D. 1988. *Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities*. Princeton University Press. Princeton, N.J. E.U.A.
- Vázquez-Yanes, C. 1985. Estudios sobre la ecofisiología de la germinación en una zona cálido-húmeda de México. pp 278-387. In: A. Gómez-Pompa, C. Vázquez-Yanes, S. Del Amo & A. Butanda

- (eds.) Investigaciones sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México. Editorial Continental and Instituto Nacional Sobre Recursos Bióticos, México, D.F.
- Vázquez-Yanes, C. 1987. Los bancos de almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales. *Ciencia*, 38:239-246.
- Vázquez-Yanes, C. y Orozco-Segovia. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 24:69-87.
- Vázquez-Yanes, C. y Orozco-Segovia. 1994. Signals for seeds to sense and respond to gaps. pp. 209-236. EN: Caldwell, M. y R. Pearcy (Eds.). *Exploitation of Environmental Heterogeneity by Plants: Ecophysiological Process Above and Below Ground*. Academic Press. New York, E.U.A.